



**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE OBRAS CIVILES**

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA VIVIENDA SOCIAL

Memoria para optar al título de Ingeniero Constructor

SEBASTIAN CHRISTIAN ALFREDO AGUILERA TEJO

Profesor Guía: Nicolás Moreno

Santiago de Chile
Abril 2016

*Les dedico este trabajo a mi familia, madre y hermanos, los
cuales siempre han estado a mi lado; a los que ya no están,
mi tía y mi abuela, las cuales nos ayudaron siempre
en el peor momento de mi familia.*

*Le doy las gracias a dios por darme la vida que me toco,
ya que, gracias a eso, sé lo que cuesta realmente vivirla.*

*Gracias a esta vida he conocido gente
maravillosa, muy buenos amigos.*

Gracias...

ÍNDICE

RESUMEN	10
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES	15
2.1 Política habitacional en Chile, historia.	15
2.1.2 La nueva política habitacional.	19
2.2 Energía y medio ambiente	22
CAPÍTULO 3: VIVIENDAS SOCIALES	26
3.1 Situación país.....	26
3.2 Características.....	30
CAPÍTULO 4: Construcción sustentable	34
4.1 Consumo energético	34
4.2 Vivienda sustentable.....	39
4.3 Clima de Chile	42
CAPÍTULO 5: Diseño vivienda social sustentable	50
5.1 Ubicación.....	50
5.2 Características de diseño	52
5.2.1 Ventanas	55

5.2.1.1 Aleros.....	58
5.2.2 Ahorro de agua en implementos de grifería	62
5.2.2.1 Artefactos de grifería	63
5.2.3 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS), termo solar.....	67
5.2.3.1 Descripción de un sistema solar térmico (SST) y su funcionamiento	68
5.2.3.2 Componentes	70
5.2.3.2.1 Colector solar térmico (CST)	71
5.2.3.2.1.1 Colector solar plano.....	71
5.2.3.2.1.2 Colector solar de tubos al vacío.....	72
5.2.3.2.2 Absorbedor	73
5.2.3.2.3 Deposito acumulador.....	75
5.2.3.2.4 Intercambiador de calor	75
5.2.3.2.5 Sistema de energía auxiliar.....	77
5.2.4 Energía fotovoltaica, Ley 20.571 Net Billing.....	78
5.2.4.1 Componentes	80
5.2.4.1.1 Paneles solares.....	81
5.2.4.1.2 Inversor	82
5.2.5 Aislación térmica.....	83
CAPÍTULO 6: Evaluación económica	86

6.1 Descripción de la evaluación.....	86
6.2 Ventanas	86
6.3 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS), termo solar.....	89
6.4 Paneles fotovoltaicos	90
6.5 Aislación térmica.....	91
6.5.1 Muros.....	91
6.5.2 Aislación techumbre.....	93
CAPÍTULO 7: Conclusión	95
7.1 Conclusión y resultados.....	95
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	100
Anexo 1: Calculo sistema fotovoltaico.....	100
Anexo 2: Presupuesto aislación térmica.....	103
Anexo 3: Tablas NCh853	104
Anexo 4: Especificaciones técnicas programa viviendas sociales región Metropolitana	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Resumen nueva política habitacional	21
Tabla 3.1: Presupuesto 2015 MINVU	29
Tabla 3.2: Resumen dotación dormitorios	33
Tabla 4.1: Reservas combustible mundial	39
Tabla 4.2: Clasificación climático habitacional, Chile	45
Tabla 5.1: Transmitancia U de distintos materiales	57
Tabla 5.2: transmitancia térmica en viviendas, por zonas	83
Tabla 6.1: Gasto promedio anual en calefacción, zona 3	87
Tabla 6.2: Diferencia de precios en tipos de ventanas.....	89
Tabla 6.3: Excedente aproximado de energía en la vivienda social sustentable	91
Tabla 6.4: Cuadro resumen.....	94
Tabla 7.1: Subsidios complementarios	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: El concepto de desarrollo sustentable como interacción Permanente entre lo Económico, lo Social y el Medio Ambiente.....	13
Figura 2.1: Interior de Conventillo	16
Figura 2.2: Cité o Conventillo	17
Figura 2.3: Población Cormu 1972	18
Figura 2.4: Continentes con mayor índice de CO ₂	22
Figura 2.5: Proyección de índices de CO ₂ a nivel continental	24
Figura 2.6: Ejemplo causa del calentamiento global	24
Figura 3.1: Evolución déficit habitacional 1992-2011	27
Figura 3.2: En la imagen de la izquierda se muestra la cantidad de subsidios (DS 49) que se entregan, en la de la derecha el gasto económico que dichos subsidios implican.....	30
Figura 3.3: Proyecto Santa Blanca, El Monte, 856 unidades	31
Figura 4.1: División consumo energético	34
Figura 4.2: Consumo sector CPR	35
Figura 4.3: Proyección demanda de electricidad.....	36
Figura 4.4: Proyección demanda de gas licuado-gas natural	36
Figura 4.5: Proyección demanda de leña	37
Figura 4.6: Consumos energético sector residencial	38
Figura 4.7: Ejemplo vivienda sustentable, Casa modular con captadores de energía	41

Figura 4.8: Ejemplo vivienda sustentable, Con sistemas bioclimáticos pasivos	42
Figura 4.9: Viviendas en Arica, norte de Chile	43
Figura 4.10: Viviendas en Chiloé, sur de Chile	44
Figura 4.11: Zonificación climática habitacional	47
Figura 5.1: Relieve transversal Santiago	50
Figura 5.2: Variación mensual temperatura, Santiago	51
Figura 5.3: Variación mensual radiación solar Santiago	51
Figura 5.4: Planta vivienda social mejorada	54
Figura 5.5: Doble vidriado hermético con sus componentes poliisobutileno, polisulfuro, sales higroscópicas	56
Figura 5.6: Transmitancia térmica en diferentes ventanas	58
Figura 5.7: Trayectoria del sol respecto a la superficie horizontal	59
Figura 5.8: Disposición de la vivienda tipo respecto a la trayectoria del sol.....	60
Figura 5.9: Esquema alero en disposición norte	60
Figura 5.10: Uso de vegetación para protección solar	61
Figura 5.11: Ventilación techumbre para disminuir el efecto de la radiación solar	62
Figura 5.12: Consumo de agua estimado en Chile	62
Figura 5.13: Limitadores de caudal	64
Figura 5.14: Aireadores para grifería	65
Figura 5.15: Aireadores para ducha	66
Figura 5.16: Inodoro doble descarga	67

Figura 5.17: Esquema SST	68
Figura 5.18: Esquema del sistema solar térmico	69
Figura 5.19: Funcionamiento del sistema solar térmico	70
Figura 5.20: Componentes colector solar.....	72
Figura 5.21: Sistemas de tubos al vacío tipo Head pipe	73
Figura 5.22: Absorvedor en colector de placa plana	74
Figura 5.23: Absorvedor en colector de tubos al vacío	74
Figura 5.24: Deposito acumulador.....	75
Figura 5.25: Sistema intercambiador de calor directo	76
Figura 5.26: Sistema intercambiador de calor indirecto.....	77
Figura 5.27: Calefón	78
Figura 5.28: Modo de funcionamiento ley 20.571.....	79
Figura 5.29: Componentes SFV conectado a la red eléctrica.	80
Figura 5.30: Estructura panel solar.....	81
Figura 5.31: Inversor de CC A CA	82
Figura 6.1: Ahorro combustible para calefacción	88
Figura 6.2: Consumo de gas, familia 4 personas	90
Figura 6.3: Consumo combustible según espesor del aislante	92
Figura 6.4: Consumo combustible según espesor del aislante techumbre	94

RESUMEN

La finalidad de esta investigación, es mejorar la eficiencia energética de las viviendas sociales en Santiago. Además, de disminuir los índices de CO₂, que contaminan el planeta. Se estima que las principales fuentes, de las energías no renovables (gas, petróleo) se agoten dentro de los próximos 60 años. Por ello nuestro país debe estar preparado y lo más razonable, es partir por las viviendas nuevas del sector más vulnerable de nuestro país.

El estudio consiste en proponer la incorporación de elementos, para que las viviendas sociales tengan una mejor eficiencia energética. Se pretende aprovechar una energía gratuita como la del sol, incorporando paneles fotovoltaicos y termosolares, en la techumbre de la vivienda; mejorar la distribución de los recintos comunes (living-comedor, dormitorios) en la vivienda, para aprovechar la luz natural y mejorar su aislación térmica en la envolvente de la vivienda, respecto a lo exigido en la reglamentación térmica. Todo ello nos arrojará un costo adicional, en la construcción de la vivienda social, el cual se comparará (costo- beneficio) con el ahorro, en el costo de vida de las familias más vulnerables.

Con el resultado obtenido se puede determinar, que las nuevas viviendas sociales tendrán un aumento de entre un 69% a un 73%, respecto al costo habitual de una vivienda de este tipo. Sin embargo, por las características y requisitos que cumple la vivienda, el estado puede pagar prácticamente el total de este monto, quedando una pequeña diferencia, que podrían pagar las personas que postulen a este subsidio. Con un ahorro mínimo como requisito para postular a éste. Por otra parte, está el beneficio, que esta iniciativa les entregará a familias de escasos recursos y futuros dueñas de estas viviendas. Según los resultados, las familias se estarán ahorrando la suma de \$309.342 anuales, lo que no es un monto menor para hogares que subsisten con el sueldo mínimo.

ABSTRACT

The aim of this research is to improve the energy efficiency of social housing in Santiago. In addition, to reduce the CO₂ levels, which pollute the planet. It is estimated that the main sources of non-renewable energy (gas, oil) will be depleted within the next 60 years. For this reason, our country must be prepared and the most reasonable, is to leave for the new homes of the most vulnerable sector of our country.

The study consists of proposing the incorporation of elements, so that social housing has a better energy efficiency. It is intended to take advantage of a free energy like the sun, incorporating photovoltaic and solar panels, in the roof of the house; To improve the distribution of the common rooms (living-room, bedrooms) in the dwelling, to take advantage of the natural light and to improve its thermal insulation in the envelope of the dwelling, compared to what is required in the thermal regulation. All of this will give us an additional cost, in the construction of social housing, which will be compared (cost-benefit) with saving, in the cost of living of the most vulnerable families.

With the result obtained it can be determined that the new social housing will have an increase of 69% to 73%, compared to the usual cost of housing of this type. However, due to the characteristics and requirements of the housing, the state can pay almost the total of this amount, leaving a small difference, which could be paid by the people who apply for this subsidy. With minimum savings as a requirement to apply for this one. On the other hand, there is the benefit, which this initiative will give to families of scarce resources and future owners of these homes. According to the results, the families will be saving the sum of \$ 309,342 per year, which is not a smaller amount for households that subsist on the minimum wage.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción

Desde un principio, las viviendas han ocupado un lugar indispensable en las necesidades del ser humano. Protegiéndolo de agentes externos como lluvias, bajas temperaturas, altas temperaturas, etc. Además, de otorgarle un ambiente confortable y un tono familiar en los habitantes de ella.

La actualidad de nuestro país, es que aún no se da con la solución habitacional a las personas de escasos recursos y en algunos casos, las viviendas entregadas no son dignas para vivir. Es por ello que se han implementado los subsidios habitacionales, para dar de alguna forma una solución a estas familias. (Guzmán, 2000)

En los últimos años, a nivel mundial, se vive una crisis energética, ya sea por la variación del precio del petróleo, conflictos entre países productores y el incremento de la demanda energética en los últimos años. Chile no se queda atrás en este aspecto y se ha visto en el último tiempo, el aumento de la demanda energética en todos los rubros. Además, por conflictos con países vecinos se tiene un mayor gasto. Un claro ejemplo, teniendo un país vecino productor de gas, no se llega acuerdo para una compra (Bolivia, por su demanda marítima) y por ello, se le debe comprar a Indonesia, lo cual tiene un costo mayor. Es por ello que nuestro país, en los últimos años, ha impulsado el tema del ahorro energético con reservas renovables.

En el último tiempo y a causa del calentamiento global¹, se habla bastante del camino de la sustentabilidad², tanto así, que existe una certificación, para la construcción

¹ **Calentamiento global:** Se refieren al aumento observado en los últimos siglos de la temperatura media del sistema climático de la Tierra, a causa de los gases efecto invernadero.

² **Sustentabilidad:** Optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación, de tal modo que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas.

de edificios verdes³, la famosa Certificación *Leed*⁴. En el caso de las viviendas y aquí en Chile, está la llamada Calorificación Energética De Vivienda, del MINVU. Es por ello que surge la iniciativa de tomar la sustentabilidad, a la construcción de viviendas sociales, pero no tan solo por un tema ecológico, si no que por un tema económico. Se entiende que la construcción sustentable lleva a un ahorro, en los gastos que puedan tener las personas que habitaran aquel lugar, en el futuro. Aquel ahorro se manifestaría en calefacción, electricidad, etc. Es ese el punto a llegar, ya que, en una vivienda social la familia que habitara en ella, por deducción, es una familia de escasos recursos, que el jefe de hogar debe subsistir con el salario mínimo, en la cual, en la mayoría de las familias no alcanza para cubrir los gastos de un mes. La idea de una vivienda social sustentable es que las familias que las habiten tengan un gran ahorro mensual, que les ayude de alguna forma con sus gastos.

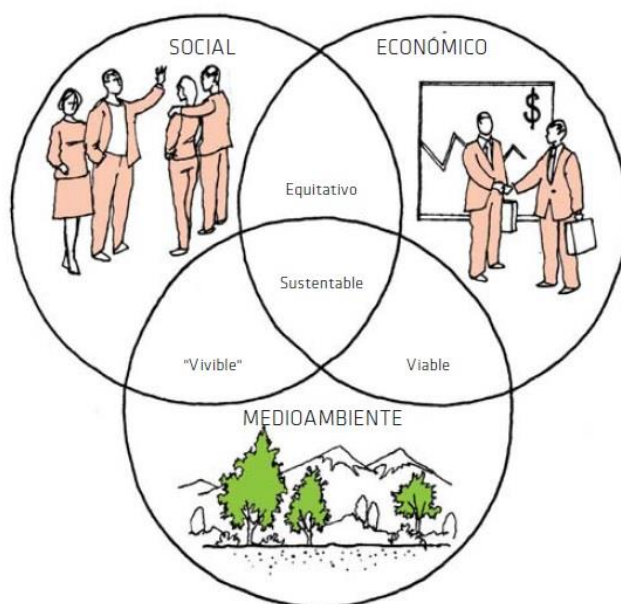


Figura 1.1: “El concepto de desarrollo sustentable como interacción Permanente entre lo Económico, lo Social y el Medio Ambiente” Waldo Bustamante (2009). (Fuente: Diseño para la eficiencia energética, 2009)

³ **Edificios verdes:** Edificios que cuentan con el sello *LEED*.

⁴ **Certificación *Leed*:** (*Leadership in Energy and Environmental Design* o Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental en español), es un método de evaluación de edificios verdes, a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables.

El estudio que se ha hecho en esta memoria, trata los aspectos de diseño e implementación que puede tener una vivienda social, para desarrollar un ahorro energético, además de disminuir los gastos de las familias que las habitaran.

La idea de este estudio es generar una solución alternativa, al tema mencionado anteriormente, para así, darles a estas personas un lugar digno, seguro y la obtención de un ahorro económico para vivir.

1.2 Problema

- Altos índices de CO₂ que conlleva al calentamiento global.
- Chile es el país más dependiente de energía primaria de América Del Sur.
- Altos gastos de energía para las personas.

1.3 Objetivo general.

- Plantear una alternativa de vivienda social, para la disminución de CO₂, ahorro energético y mejorar la calidad de vida de las personas.

1.4 Objetivos específicos.

- Proponer una vivienda social sustentable.
- Analiza el coste/beneficio de subsidiar una vivienda social de este tipo.
- Analizar el beneficio económico aproximado que obtendrán las personas que habiten estas viviendas.

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES

2.1 Política habitacional en Chile, historia.

Ya que el estudio se centra en las viviendas sociales, no está de más mencionar cómo surge el ámbito de la política habitacional en Chile.

“El problema habitacional en Chile dicta ya más de un siglo. En 1906 se promulga la Ley N° 1.838, llamada “Ley General Sobre Las Habitaciones Para Obreros”. Es ahí donde se crearon los “Consejos De Habitaciones”, que tenían el fin de construir viviendas de bajo costo, para venta o arriendo, en base a recursos públicos. Cabe señalar que a comienzos del siglo XX Chile contaba con 3.249.279 habitantes, con una esperanza de vida de 31,5 años y con una tasa de natalidad y mortalidad de 38,8% y de 29,7%, respectivamente. Durante ese periodo eran comunes las viviendas tipo conventillo⁵, cites⁶ o pasajes⁷, en las cuales era común la propagación de enfermedades, en las cuales uno de los objetivos de la política era mejorar la condición de higiene de las viviendas. Según los antecedentes publicados en MINVU (2004) “durante los 20 años de su vigencia (1906-1925) el Estado no pudo levantar más de dos poblaciones con un total de 396 casas.” Incluso, otro documento del MINVU (1997) señala que “si en un terreno la labor de los Consejos obtuvo realmente importantes éxitos, este fue en el de la demolición de numerosos cuartos y habitaciones insalubres. En efecto, de acuerdo con las propias estadísticas de los Consejos, en el periodo que se extiende entre 1906 y 1925 la cifra de los conventillos demolidos, solo en Santiago, debe haber alcanzado el medio millar, al

⁵ **Conventillo:** Tipo de habitación colectiva de un piso que poseen acceso común con sistema de piezas en torno a un patio central o pasillo. Los servicios están formados por baterías de baño, cocinas y lavaderos localizados casi siempre en la parte más interna del inmueble.

⁶ **Cité:** Tipo de construcción colectiva compuesta de agrupaciones de casas pequeñas parecidas, en torno a un pasaje sin salida que es acceso común para todas las viviendas. Todas cuentan con más de una habitación (living de acceso directo, uno o dos dormitorios, baño, cocina y un pequeño patio interior de iluminación y ventilación).

⁷ **Pasaje:** Viviendas con características similares al cite, pero con el pasaje más largo y con más de un acceso.

margen de las habitaciones que fueron mandadas a reparar y de aquellas que fueron clausuradas” (CLAUDIA CHAMORRO, 2013).



Figura 2.1: Interior de Conventillo [Fuente MINVU, 2004]

“Con las demoliciones se redujo el total de viviendas disponibles, lo que sumado a la baja cantidad de viviendas construidas en el periodo elevó fuertemente los precios de arriendo de las viviendas. Según detalla el MINVU (1997) “las medidas adoptadas en 1906 se revelaban insuficientes para abordar el tema del saneamiento y la producción de viviendas sociales, y es más, ningún acápite⁸ de la ley protegía a los pobres del desalojo y del alza vertiginosa de los alquileres, ambos, sucesos frecuentes por aquel entonces dada la desproporción existente entre la demanda habitacional y las viviendas ofrecidas en arriendo” (. CLAUDIA CHAMORRO, 2013).

⁸ **Acápite:** divisiones de un escrito.



Figura 2.2: Cité o Conventillo [Fuente MINVU, 2004]

“De esta forma, con el fin de terminar con la carencia de vivienda de una forma más ordenada, en 1965 se crea el Ministerio De Vivienda Y Urbanismo Ley N° 16.391. Si bien el sistema de subsidios se instauró en años posteriores, este acontecimiento marca un hito⁹. A partir de este hecho, se crearon instituciones y leyes que permitieron un mejor funcionamiento del sistema, como la Corporación Habitacional (Corhabit), que tenía como tarea asignar las viviendas sociales construidas por la CORVI¹⁰.

De esta manera, bajo la premisa de construir viviendas dignas, pero ajustadas a la capacidad de pago de los asignatarios", la política dirigida a los sectores de menores ingresos programó la construcción de viviendas con un promedio de 50 m², pero con énfasis en el equipamiento comunitario". Sin embargo, los problemas financieros de la época obligaron a una reducción del gasto público que golpeó fuertemente el área de vivienda, lo que tuvo consecuencias negativas en la cantidad y calidad de las viviendas construidas. De hecho, las metas impuestas de edificar 360.000 casas de construcción

⁹ **Hito:** Acontecimiento puntual y significativo que marca un momento importante en el desarrollo de un proceso o en la vida de una persona

¹⁰ **CORVI:** Corporación de la Vivienda. Institución gubernamental que se definió como el resultado de la fusión de dos entidades preexistentes: la Caja de Habitación y la Corporación de Reconstrucción y Auxilio

sólida y definitiva solo pudieron mantenerse durante los dos o tres primeros años de gobierno. En 1967 el programa se reformuló con metas que preveían 360.000 soluciones habitacionales". A partir de ese cambio de objetivo se observó un continuo descenso de los estándares habitacionales" (CLAUDIA CHAMORRO, 2013).

"Más adelante, durante el gobierno de la Unidad Popular, la vivienda fue concebida como un derecho de toda familia y se trazó como objetivo terminar con el déficit habitacional en un plazo prudente, el cual "ascendía a 592.234 viviendas a diciembre de 1970". Durante este proceso destacaron dos planes habitacionales: el "Plan de Emergencia de 1971", que atendía preferentemente a pobladores agrupados en campamentos, entregándoles sitios urbanizados¹¹, mediaguas¹², viviendas de entre 36 y 50 m², departamentos, equipamiento comunitario y unidades sanitarias; y el "Programa Habitacional 1972-1973" que además de la construcción de vivienda social contemplo remodelación y rehabilitación urbana, equipamiento social, relleno urbano y mejoramiento de poblaciones". Lamentablemente, parecer ser que las metas eran demasiado ambiciosas considerando los recursos disponibles, lo cual sumado al fuerte interés por cumplir las metas cuantitativas tuvo como resultado que mucha de las viviendas construidas no obedeciera a los estándares establecidos" (CLAUDIA CHAMORRO, 2013).



Figura 2.3: Población Cormu 1972 [Fuente MINVU, 2004]

¹¹ **Urbanismo:** Concentración y distribución de la población en ciudades.

¹² **Mediagua:** Construcción con el techo inclinado y de una sola vertiente

“No fue hasta los años 80' cuando se sentaron las bases del sistema habitacional que conocemos hasta estos días, basado en un Estado subsidiario. En concreto, “durante el gobierno militar se implementó un nuevo modelo de política habitacional, basado en el subsidio a la demanda (creado en 1978) y la complementación con crédito y ahorro. Así, se exigía un ahorro mínimo necesario para optar al subsidio, lo que sumado al crédito hipotecario permitía completar el precio a pagar por la vivienda. Principalmente se financiaba con ahorro previo, subsidio directo implícito del Estado (gastos incurridos por el Fisco como consecuencia de la operación del sistema y que no se cargaban al beneficiario) y crédito hipotecario. Las viviendas eran ejecutadas y comercializadas por el sector privado y el subsidio se documentaba vía certificado pagado por el SERVIU” (CLAUDIA CHAMORRO, 2013). .

2.1.2 La nueva política habitacional.

De acuerdo al MINVU, en el año 2010, el fin de esta propuesta era para mejorar la eficiencia, crear más competencia, aumentar la capacidad de elección para las familias y generar una transparencia en el ámbito de los subsidios, generar incentivos a la movilidad residencial y promoción social, propiciar la focalización y progresividad de los beneficios y otorgar soluciones excepcionales para situaciones críticas de habitabilidad. La nueva política habitacional tendrá como objetivo eliminar las discontinuidades del sistema de subsidios habitacionales, simplificar los mecanismos de postulación y mejorar los incentivos para que las familias se integren al programa habitacional que les corresponda (CLAUDIA CHAMORRO, 2013).

Las modificaciones clasifican a las familias en tres grupos de acuerdo a su nivel de ingresos: vulnerables (primer quintil), emergentes (segundo quintil) y medio (tercer quintil). La estructura del sistema se resume en el Cuadro 2.

En detalle, estas modificaciones están orientadas a mejorar la focalización y generar mayor competencia en el segmento más vulnerable, y otorgar mayor cantidad de subsidios a los grupos emergentes y medios. A través de ellas se premiará el esfuerzo y la constancia del ahorro de las familias, las características y cantidad de integrantes del

núcleo familiar, la antigüedad de la postulación, la existencia de aportes públicos o privados para el nacimiento del proyecto, entre otros aspectos. Por ejemplo, para fomentar la flexibilidad las familias son las que deben elegir si postular en forma individual o colectiva, así como también se permite postular con o sin proyecto.

Tabla 2.1: Resumen nueva política habitacional.

	Segmento		
	Vulnerable: DS No 49 (ex FSV I)	Emergente: DS N 01 Título I (ex FSV II)	Medios: DS N 01 Título II (ex DS 40)
Modalidad/Etapa	Proyectos de construcción Adquisición de viviendas construidas	Nuevos proyectos habitacionales	Nuevos proyectos habitacionales
Monto del subsidio	Subsidio base: entre 380 y 590 UF Valor tope de la vivienda: 800 UF Subsidios complementarios: incentivo al ahorro adicional, grupo familiar, discapacidad y densificación Ahorro mínimo: 10 UF FPS hasta 13.484 puntos	Subsidio decreciente: de 500 a 300 UF Permite adquirir viviendas entre 600 y 1000 UF Se exige preaprobación de crédito hipotecario Ahorro mínimo: 30 UF FPS HASTA 13.484 puntos	Subsidio decreciente: de 300 a 100 UF Permite adquirir viviendas entre 1.000 y 2.000 UF Se exige preaprobación de crédito hipotecario Ahorro mínimo: 50 UF FPS no es requisito
Operatoria	Postulación individual o colectiva proyectos deben ser calificados en SERVIU Familias eligen en proyectos calificados o viviendas usadas	Postulación individual o colectiva Proyectos PUEDEN ser calificados en SERVIU (para conformar oferta disponible y solicitar anticipos) Familias eligen en proyectos calificados o viviendas nuevas o usadas	Postulación individual o colectiva Familias eligen en proyectos calificados o viviendas nuevas o usadas

Fuente: Cámara Chilena De La Construcción, 2013

2.2 Energía y medio ambiente

Hoy en día ya no es un misterio las evidencias del cambio climático que afecta al planeta, debido a los gases efecto invernadero generado por las altas emisiones de CO₂. Estas emisiones se asocian directamente con el sector energético, ya que, se producen por la combustión de energías fósiles¹³. Este fenómeno está provocando un aumento significativo de la temperatura media del planeta, generando deshielo de glaciares, incremento en el nivel de los océanos, aumento de precipitaciones, deterioro de los suelos (sequías) y crecimiento de ciertas infecciones epidémicas.

La tendencia muestra que, en los países desarrollados, es donde se concentra las más altas emisiones de gases efecto invernadero. Esto es a causa del desequilibrio energético a nivel mundial, en donde estos países tienen un alto consumo de energía.

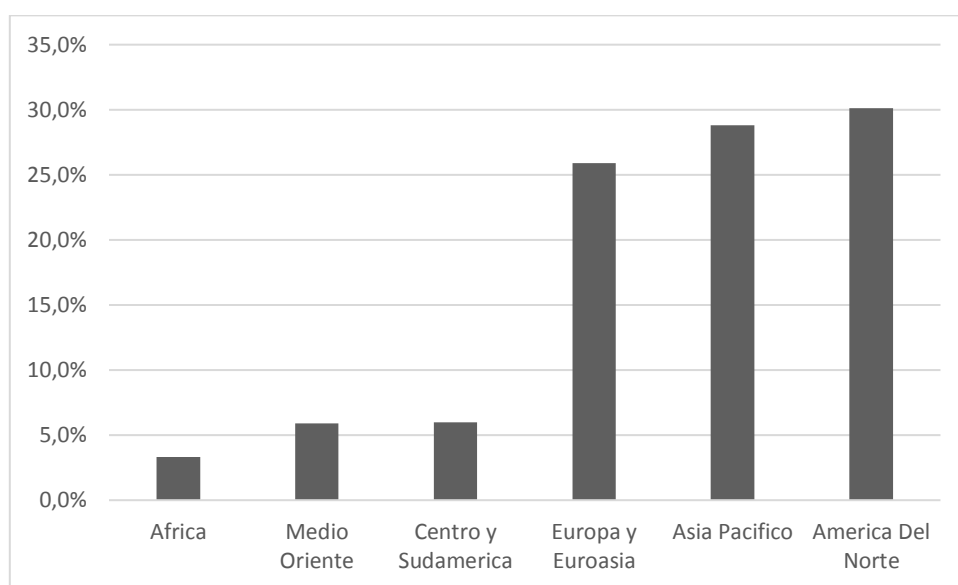


Figura 2.4: Continentes con mayor índice de CO₂ [Fuente: informe BP¹⁴, 2004]

¹³ **Energía fósil:** Es aquella que procede de la biomasa obtenida hace millones de años y que ha sufrido grandes procesos de transformación hasta la formación de sustancias de gran contenido energético como el carbón, el petróleo, o el gas natural, etc.

¹⁴ **BP:** British Petroleum, es una empresa de energía global del Reino Unido, catalogada por Platts en 2010 como la segunda compañía energética más grande del mundo, después de ExxonMobil

Con respecto a este tema, el Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo (P.N.U.D.) publica un informe sobre el desarrollo humano, 2007-2008 donde podemos rescatar lo siguiente: “En el mundo de hoy, son los pobres los que llevan el peso del cambio climático. Mañana, será toda la humanidad la que deberá enfrentar los riesgos asociados al calentamiento global”.

La veloz acumulación de gases efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra, está cambiando de manera fundamental el pronóstico climático de las próximas generaciones.

“Estamos acercándonos al borde de los llamados “puntos de inflexión”, sucesos impredecibles y no lineales que pueden desencadenar catástrofes ecológicas, entre ellas, la pérdida acelerada de los hielos polares de la Tierra, que transformarán los sistemas de asentamientos humanos y minarán la viabilidad de economías nacionales completas. Es posible que nuestra generación no se vea afectada por sus consecuencias. Pero nuestros hijos y sus nietos no tendrán alternativa y tendrán que vivir con ellas. La aversión a la pobreza y a la desigualdad de hoy y al riesgo catastrófico de mañana provee un sólido fundamento para actuar ahora con máxima premura” (PNUD,2008).

La tendencia internacional da cuenta de que los distintos sectores industriales, deben adaptarse y desarrollarse considerando el cuidado del medioambiente. Los países más avanzados en la temática, han comenzado a demostrar que el crecimiento económico no se opone necesariamente con este cuidado.

Las proyecciones no son muy alentadoras para el futuro. De no haber un cambio, se le estará entregando, a las futuras generaciones, un planeta sin recursos e inestable a nivel climático.

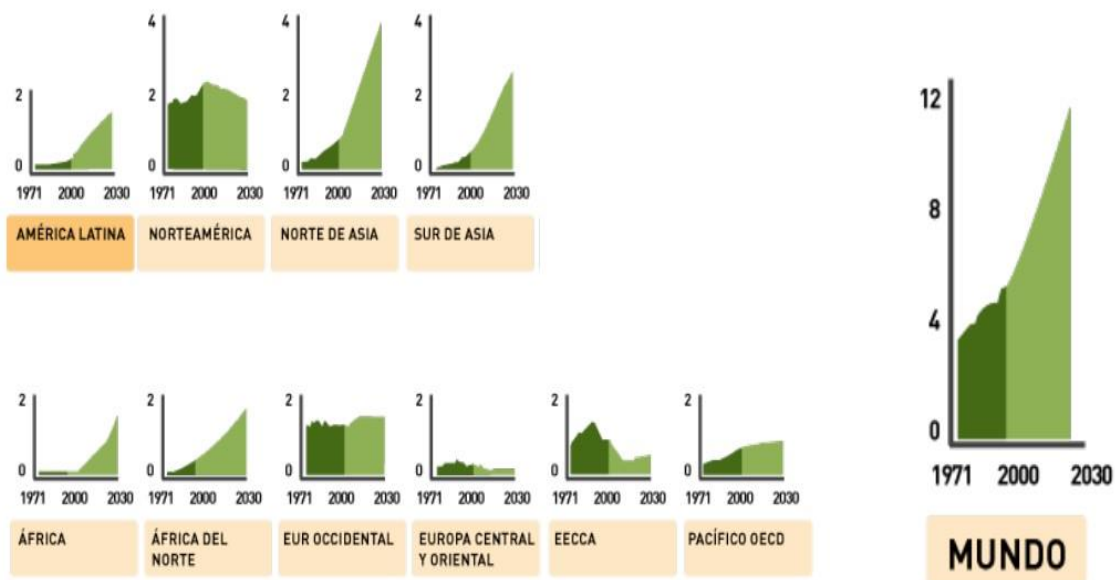


Figura 2.5: Proyección de índices de CO₂ a nivel continental [Fuente: informe BP, 2004]

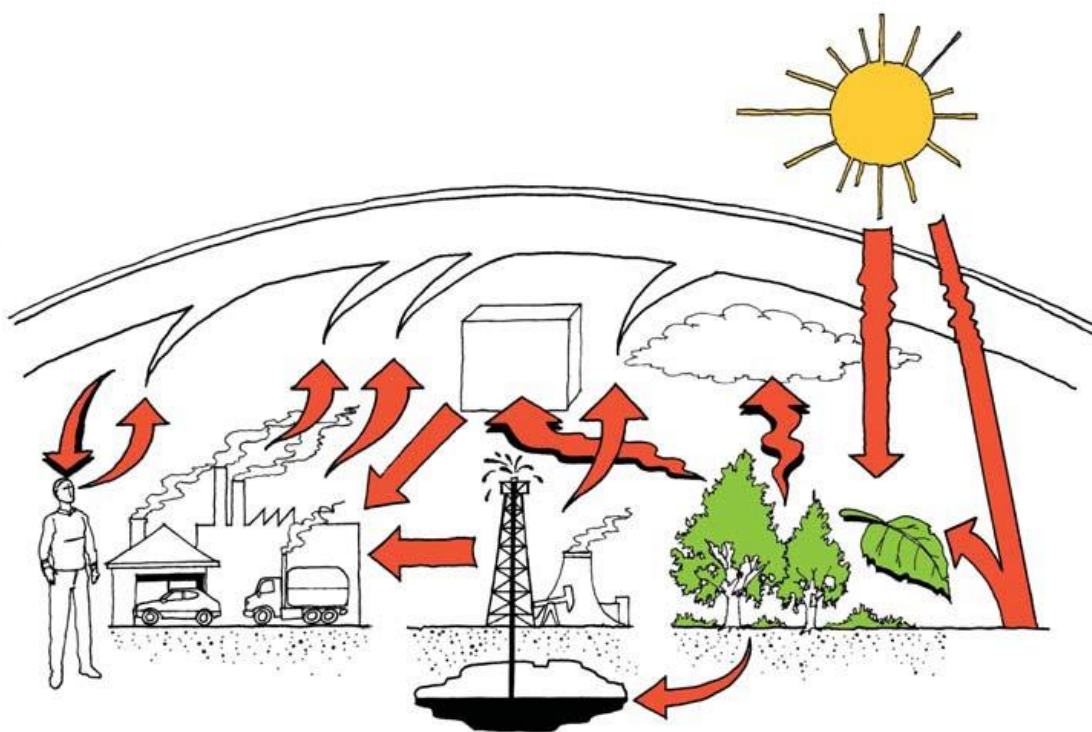


Figura 2.6: Ejemplo causa del calentamiento global, en donde los gases producidos por industrias, vehículos, etc. Provocan que los rayos solares, no escapen de la tierra haciendo un efecto invernadero en el planeta.

[Fuente: Guía eficiencia energética, 2010]

En este contexto, las energías renovables¹⁵ y la eficiencia energética constituyen un recurso indispensable a considerar dentro de toda planificación en el sector energético, contribuyendo a reducir los efectos que provocan las emisiones, debido al uso de combustibles fósiles y madera en el medio ambiente del planeta.

¹⁵ **Energía renovable:** Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.¹ Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, etc.

CAPÍTULO 3: VIVIENDAS SOCIALES

3.1 Situación país

El déficit habitacional constituye uno de los problemas más importantes del país en materia habitacional. Se trata de hogares y familias que viven en condiciones habitacionales precarias o que no cuentan con la capacidad de acceder a una vivienda independiente. El déficit habitacional cuantitativo, hace referencia al número de viviendas que faltan o se requieren para que todos los hogares o grupos familiares del país dispongan de una solución habitacional, que les permita alcanzar condiciones dignas de habitabilidad. Operativamente, hace referencia a las viviendas que se requiere construir para reponer las viviendas irrecuperables, y para posibilitar el acceso a vivienda a los hogares allegados y a los núcleos familiares allegados y hacinados.

El Ministerio De Vivienda Y Urbanismo (MINVU), es el encargado de entregar distintos subsidios¹⁶ al país. Uno de estos es, para los sectores más vulnerables, en donde surgen los proyectos de las viviendas sociales, las cuales deben tener condiciones mínimas, para cumplir con este nombre. Además de darle a sus ocupantes un lugar confortable.

La política habitacional implementada en los últimos 20 años ha permitido disminuir el déficit habitacional cuantitativo, sin embargo, su ejecución ha dejado en evidencia algunos problemas, los que ha sido necesario ir corrigiendo. Sólo en los últimos años se ha hecho evidente, por una parte, el excesivo énfasis puesto en la reducción del déficit cuantitativo dejando de lado aspectos centrales tales como la calidad de las

¹⁶ **Subsidio:** Ayuda económica que una persona o entidad recibe de un organismo oficial para satisfacer una necesidad determinada.

construcciones, las dimensiones de la solución habitacional y el entorno en que se insertan.

Según la Encuesta Casen¹⁷, a noviembre de 2011 el déficit habitacional cuantitativo¹⁸ alcanzaba a 495.304 viviendas. De esta cifra, 198.611 viviendas, es decir, el 40,1% son requeridas por núcleos familiares secundarios que viven en condiciones de hacinamiento, 227.556, equivalentes al 45,9%, corresponden a hogares allegados y las restantes 69.137 (14,0%) obedecen a la necesidad de reemplazar viviendas irrecuperables.

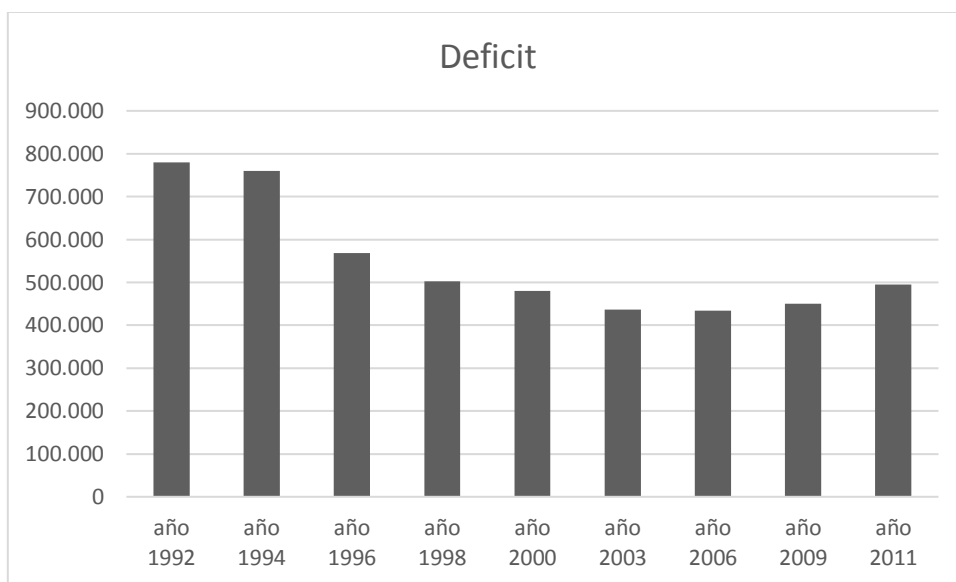


Figura 3.1: Evolución déficit habitacional 1992-2011 [Fuente: Encuesta Casen, 2011]

¹⁷ **Encuesta Casen:** La Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, Casen, es realizada por el Ministerio de Desarrollo Social con el objetivo de disponer de información que permita Conocer periódicamente la situación de los hogares y de la población; Evaluar el impacto de la política social.

¹⁸ **Déficit habitacional cuantitativo:** Es la diferencia entre el stock de viviendas existentes y los hogares que necesitan vivienda.

Cabe destacar que, en los últimos 20 años, hay una clara disminución del déficit habitacional, sin embargo, hay un pequeño aumento, en el año 2011, esto se explica por el terremoto que afectó al país el 27 de febrero del 2010.

Según el presupuesto del MINVU, para el año 2016 el gasto social, en políticas habitacionales, alcanza la cifra total del programa MINVU, de 187.155 UF, de los cuales 23.000 UF son destinados a fondo solidario. Estos se entregan en forma de subsidios, en base a proyectos, en los cuales participa la gente. En los últimos años, la entrega de subsidios, para sectores vulnerables, ha aumentado. Para el año 2017 habrá un aumento de 10,9% en el sector habitacional respecto al 2016.

Tabla 3.1: Presupuesto 2016 MINVU.

Ámbito gestion	Ley 2016 + reajuste UF	Proyecto ley Ppto. 2017 UF	Proyecto ley Ppto. 2017 vs Ley 2016 + reajuste	
			UF	%
Fondo solidario elección de vivienda	23.000	23.679	679	2
Subsidio al arriendo	12.000	12.000	0	0
Habitalidad rural	7.000	6.300	-700	-10
Sistema integra. De subsidio (DS o1)	25.000	19.000	-6000	-24
Leasing	1500	1.700	200	13
Programa de integr. social		25.000	25000	100
Mejoramiento vivienda y entorno	118.655	120.000	1345	1,1
Total Gasto	187.155	207.679	20.524	10,9

Fuente: Balance MINVU, 2016

Con respecto a los sectores más vulnerables del país, se ha incrementado la entrega de subsidios, por ende, la cantidad de proyectos de viviendas sociales que privados pudiesen postular.

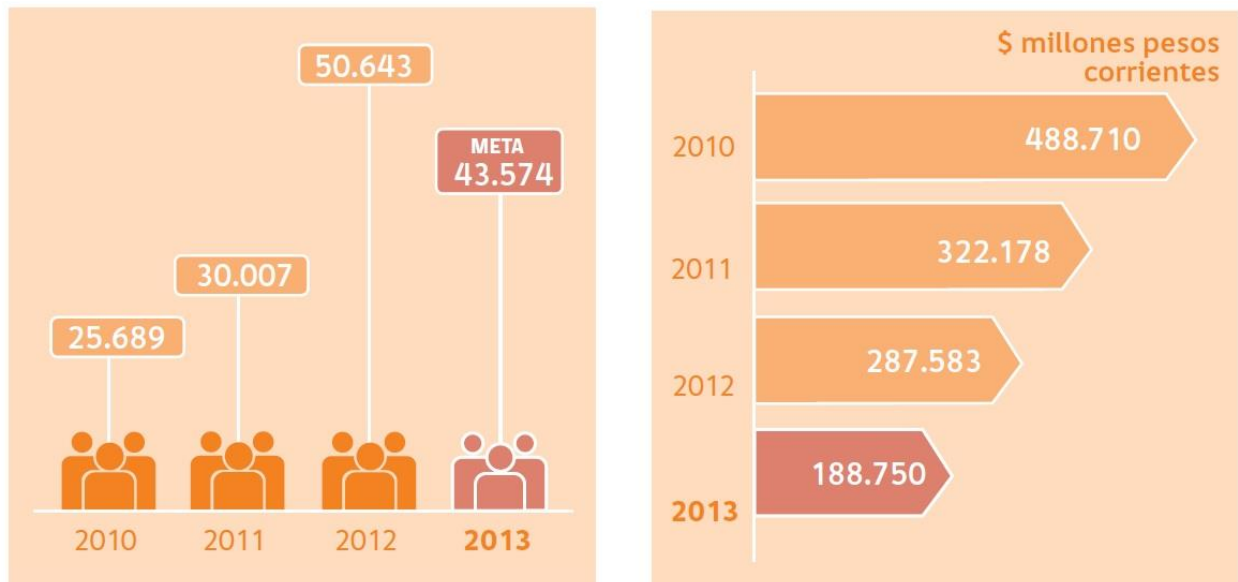


Figura 3.2: En la imagen de la izquierda se muestra la cantidad de subsidios (DS 49) que se entregan, en la de la derecha el gasto económico que dichos subsidios implican [Fuente: Informe política social, 2013].

3.2 Características

Para profundizar más en el tema, no está demás definir y que características debe cumplir, una vivienda social en Chile.

Según la reglamentación chilena (DL N° 1.088, 1975), para que una propiedad tenga el carácter de vivienda social, debe cumplir con 2 requisitos:

- No superar los 140 m² construidos (vivienda económica o D.F.L. n°2/1959)
- Que su valor de tasación no exceda de las 400 UF (Según tasación Municipal).



Figura 3.3: Proyecto Santa Blanca, El Monte, 856 unidades [Fuente: Concrecasa, 2013].

Para los proyectos destinados a viviendas sociales, existe una reglamentación (Art n° 4.1.10 de la O.G.U.C.) que describe las condiciones mínimas que debe tener dicha propiedad.

El proyecto arquitectónico de la vivienda deberá contener a lo menos cuatro recintos conformados: una zona de estar - comedor - cocina, a lo menos dos dormitorios conformados y un baño. Por recinto conformado se entenderá aquél que se encuentra contenido por paramentos, piso y cielo construidos, incluyendo las puertas y ventanas correspondientes. Los paramentos deben conformarse de piso a cielo.

Alternativamente, se aceptará que la vivienda incluya un mínimo de tres recintos conformados: una zona de estar-comedor-cocina, el dormitorio principal y un baño. Siempre que la superficie interior de la vivienda sea a lo menos de 50 m². La superficie interior resultará del total de la superficie conformada inicialmente de la vivienda, o bien adicionándole a ésta la superficie de espacios proyectados para futuras ampliaciones, que pueden entregarse sin estar habilitados, pero que deben estar contenidos en la estructura inicial de la vivienda. Todos los recintos deberán contar con ventilación y luz natural a excepción del baño, el que en todo caso deberá consultar algún mecanismo alternativo de ventilación. No obstante lo anterior, la cocina podrá tener luz y ventilación

a través de la loggia. Las viviendas que contemplen inicialmente dos o menos dormitorios, deberán considerar además como ampliación proyectada, los recintos faltantes para alcanzar finalmente tres dormitorios.

La superficie construida inicial de la vivienda no deberá ser inferior a: construcción en sitio propio 45m²; Densificación predial¹⁹ 42m²; construcción en nuevos terrenos 42m².

¹⁹ **Densificación predial:** Construir una vivienda dentro de un terreno que ya cuenta con una vivienda construida.

Tabla 3.2: Resumen dotación dormitorios.

Dotación inicial dormitorios	Programa arquitectónico construido	Ampliaciones proyectadas
1 Dormitorio	Estar-Comedor-Cocina Baño Dormitorio principal	2 Dormitorios
2 Dormitorios	Estar-Comedor-Cocina Baño Dormitorio principal Segundo dormitorio	1 Dormitorio
3 Dormitorios	Estar-Comedor-Cocina Baño Dormitorio principal 2 Dormitorios	No se exige ampliación

Fuente MINVU, 2014

4.1 Consumo energético

La energía es una parte importante de un país, ya que, lo hace funcionar. A medida que éste se desarrolla y aumenta su población, tiende a crecer la demanda de energía, lo cual, por la forma de generar energía le causan problemas al planeta. Además se ser un gran gasto económico para el país. Es por ello que se debe generar un gasto eficiente de la energía y aprovechar las fuentes renovables.

En nuestro país, el gasto energético está determinado por cuatro grandes sectores: industrial minero; transporte; residencial, público, comercial (CPR); energético. De estos grandes sectores, el sector residencial-público-comercial ocupa un 26% del total, de este consumo de energía, el sector residencial consume un 79% del total.

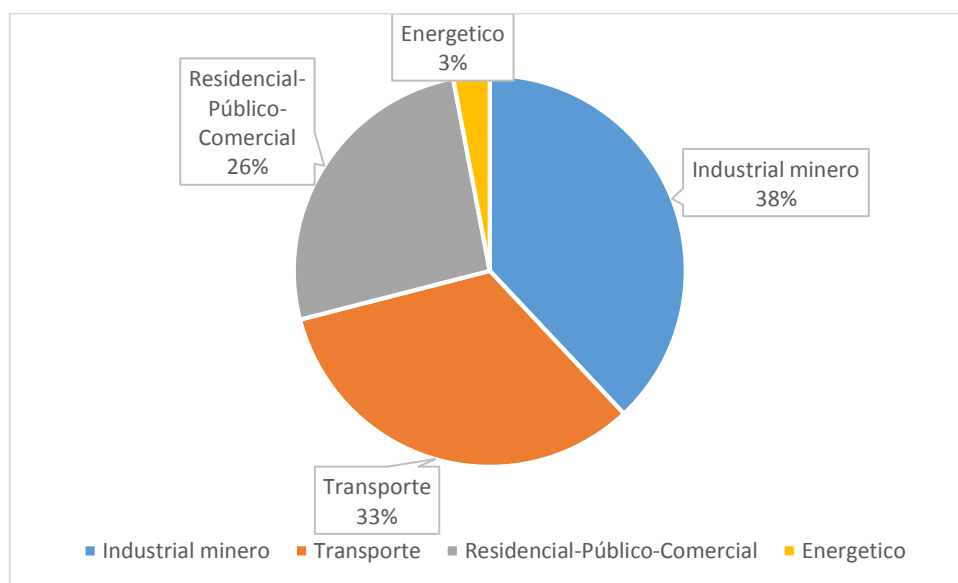


Figura 4.1: División consumo energético [Fuente: BNE, 2010]

Los consumos energéticos del sector CPR son básicamente leña, electricidad, gas licuado y gas natural. La siguiente figura presenta la importancia relativa de cada energético, destacando la leña con un 49% de participación en el consumo energético del sector.

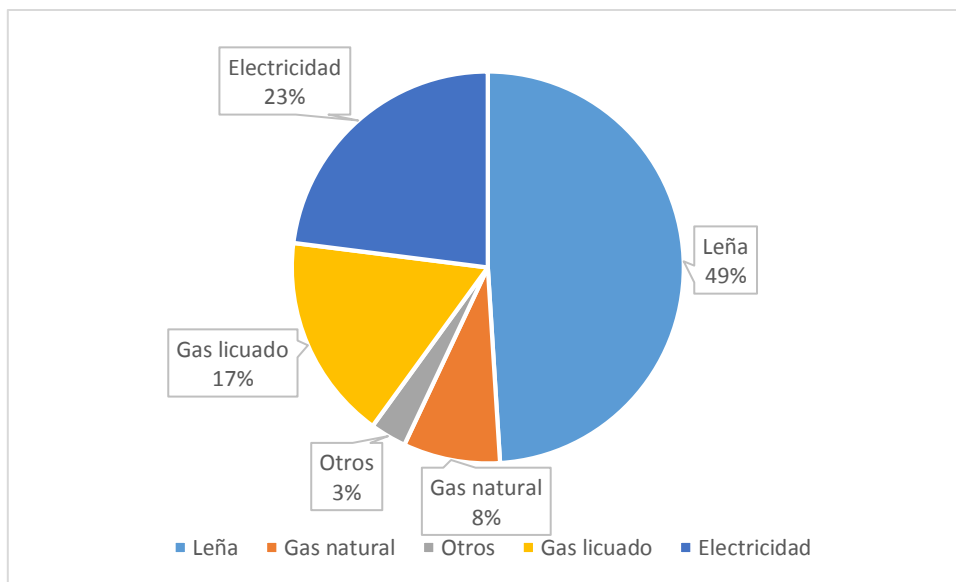


Figura 4.2: Consumo sector CPR [Fuente: BNE, 2010]

En Chile, el consumo energético ha aumentado en la última década y las proyecciones indican que seguirá creciendo. Se estima que el promedio anual de energía aumentaría de la siguiente manera:

- Electricidad aumenta un 6,5%
- Gas licuado aumenta un 3,3%
- Gas natural se mantendría del año 2006
- Leña crece un 2,5%
- Otras energías presentarían una caída anual del 0,3%

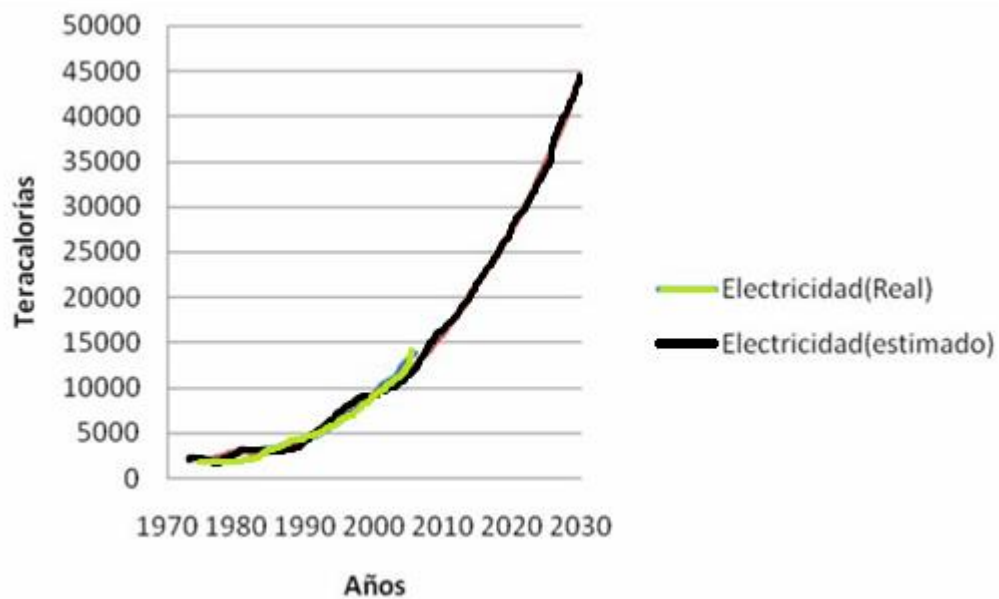


Figura 4.3: Proyección demanda de electricidad [Fuente: Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo, 2008]

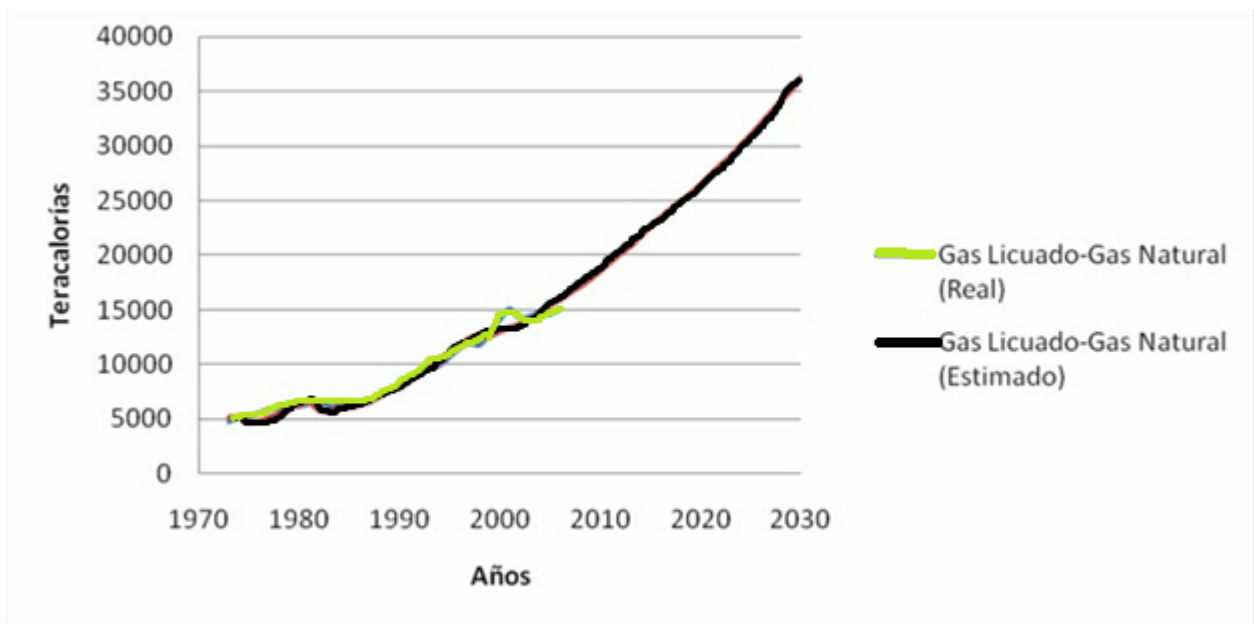


Figura 4.4: Proyección demanda de gas licuado-gas natural [Fuente: Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo, 2008]

Los consumos energéticos de este sector se relacionan de manera directa, con el aumento de la población y del ingreso per cápita, variables que a su vez son resumidas por el nivel de actividad de la economía. Por ello y considerando que el PIB es un buen indicador de la actividad económica, se emplea este último como variable explicativa en la proyección de largo plazo del consumo energético.

La evolución de la estructura de consumo en el subsector muestra que entre 1982 y 2006 aumenta considerablemente el consumo relativo de electricidad (de 12% a 21%). También aumenta el consumo relativo de gas natural (de 4% a 8%), mientras que el de gas licuado disminuye su importancia (de 21% a 15%) y algo similar sucede con la leña (de 50% a 45%).

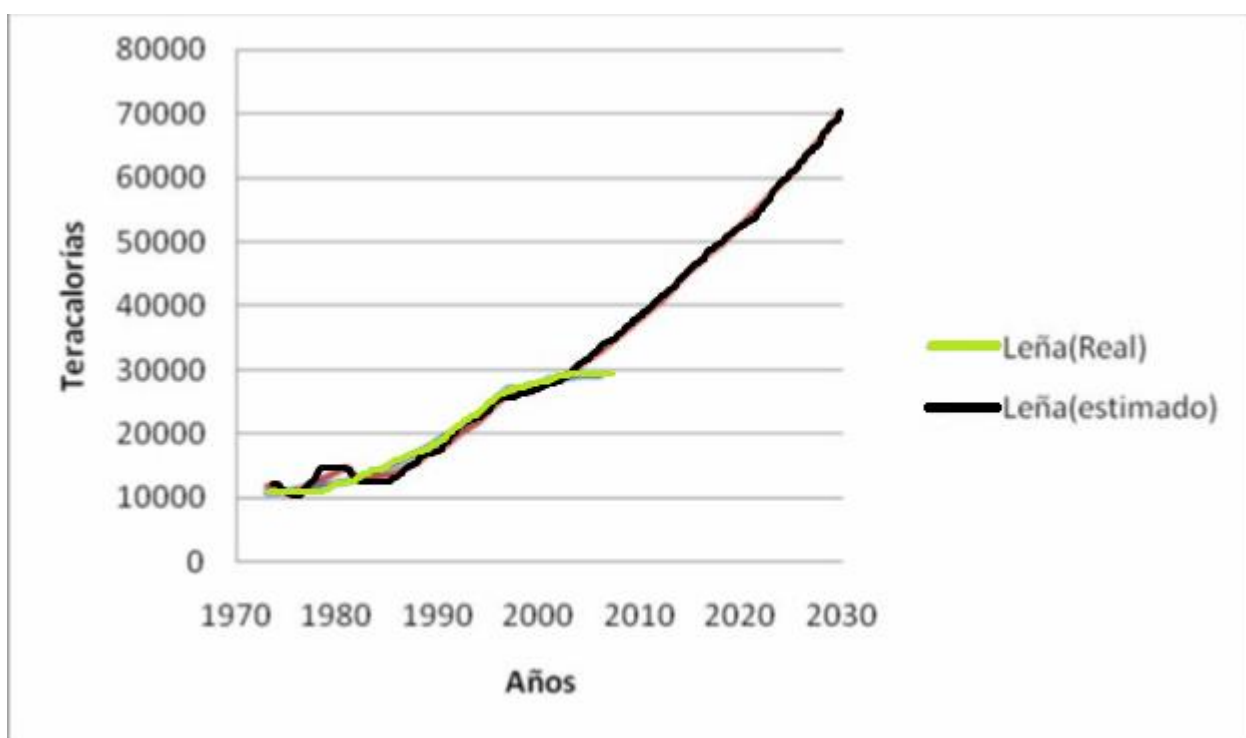


Figura 4.5: Proyección demanda de leña [Fuente: Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo, 2008]

Para el período 2006-2030 se espera un importante aumento del consumo relativo de electricidad (de 21% a 40%), con la consecuente disminución en los consumos

relativos de leña (de 45% a 35%), gas natural (de 8% a 3%) y otros energéticos (de 11% a 2%). Se espera también un aumento en la importancia relativa del gas licuado (de 15% a 20%).

Entrando más en detalle en el sector residencial, obtendremos que las viviendas, generan un alto consumo de energía en calefacción y agua caliente sanitaria (ACS).

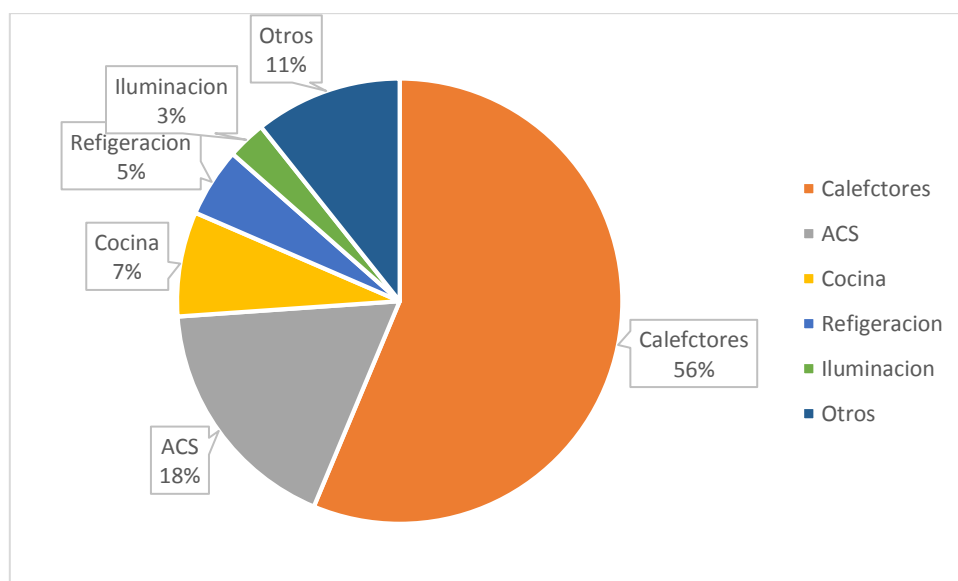


Figura 4.6: Consumos energético sector residencial [Fuente: Estudio de usos finales y curva de oferta de conservación de la energía en el sector residencial, 2010].

Actualmente, el consumo de energía mundial, incluyendo Chile, se basa en las fuentes de energía de origen fósil (Petróleo, Gas natural y Carbón). Chile es el país más dependiente de energía primaria de América del sur, el año 2013 importó el 71% de ésta, en cambio Perú, Argentina y Bolivia importaron solo el 28%, el 10% y el 4% respectivamente. El año 2013, Chile importó el 97% del petróleo, el 95% del carbón y el 85% del gas. Por otra parte, el país posee considerables recursos hídricos que debieran privilegiarse para la generación de energía renovable, a bajo costo y no contaminante.

A continuación, se presenta una tabla, con las reservas de energías primarias en el mundo.

Tabla 4.1: Reservas combustible mundial.

Combustibles	Años	Reservas
Carbón	110	545 billones ton
Gas Natural	54,1	187, 1 billones m3
Petróleo	52,5	1700,1 millones de barriles

Fuente: BP, 2014

4.2 Vivienda sustentable

INFONAVIT describe la vivienda sustentable de esta forma: “Una vivienda sustentable es una construcción con características de diseño y construcción orientados al ahorro de agua y energía, el confort, la accesibilidad, la seguridad y la creación de un desarrollo económico y social” (INFONAVIT, 2016)

Chile ha desarrollado importantes iniciativas en materia de construcción sustentable, con grandes avances tanto en el sector público como privado. No obstante, sin perjuicio de la importancia de dichas iniciativas, aún no se han abordado las materias de construcción sustentable desde una perspectiva integral. Es por esta razón que, a menudo, las intervenciones deben ser realizadas en repetidas ocasiones o a costos muy superiores en relación a los que se podrían alcanzar actuando de forma coordinada.

A su vez, el país ha ratificado diversos tratados internacionales y participa en numerosas instancias a nivel mundial. A partir del año 2010, Chile integra la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), siendo el primer país

sudamericano en ingresar a dicho organismo. Igualmente participa activamente en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Es relevante mencionar que el 23 de agosto de 2010, nuestro país comunicó oficialmente a la Secretaría de la CMNUCC que realizará acciones nacionalmente apropiadas de mitigación, de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones en el 2020, proyectadas desde el año 2007. En la misma declaración se explicó que las medidas de eficiencia energética, energías renovables y medidas de uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestales serán el foco principal de las acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de Chile.

Asimismo, la Estrategia Nacional de Energía establece la elaboración de un Plan de Acción de Eficiencia Energética cuya meta es alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada para el año 2020. Las medidas buscarán incorporar elementos de eficiencia energética en los distintos sectores productivos, tales como la industria, minería, transporte, artefactos y artículos de consumo. Lo anterior generará beneficios adicionales como, por ejemplo, la generación de empleos, mayores niveles de producción de la industria y menores emisiones de CO₂.

Según Plan De Acción De Eficiencia Energética 2020, (s/a) propone algunas de estas medidas. Sector industrial y minero: promover la implementación de gestión energía, incorporación de energías eficientes; sector transporte: mejorar la eficiencia energética de vehículos, incentivar un cambio hacia transporte más eficiente, iniciación a la movilidad eléctrica; sector edificación: promover la gestión energética eficiente en edificios, promover construcción de edificios con altos estándares de calidad.

Con esto se entiende que Chile tiene las intenciones, de un cambio en el ámbito de la eficiencia energética, llevándolo a la construcción sustentable.



Figura 4.7: Ejemplo vivienda sustentable, Casa modular con captadores de energía. Casa E60, UTEM [Fuente: Concurso construye solar, 2014].

La construcción sustentable se debe desde el diseño de arquitectura que puede permitir que todo el proceso de construcción tenga un mejor comportamiento energético y ambiental, maximizando características pasivas con buena orientación, asoleamiento y sombra. Mejorar desde el diseño y durante todo el proceso, la eficiencia y demanda energética. Preocuparnos de la sustentabilidad en la construcción significa gran ahorro energético y reducción de emisiones.

La vivienda sustentable no solo permite disminuir las emisiones de CO₂, si no dar confortabilidad a las personas que la habitaran, esto además de otorgar una gran eficiencia energética y un ahorro económico en combustibles.



Figura 4.8: Ejemplo vivienda sustentable, Con sistemas bioclimáticos pasivos²⁰. Casa Tempero, U. Católica [Fuente: Concurso construye solar, 2014].

4.3 Clima de Chile

El clima está definido por el conjunto de condiciones atmosféricas que caracteriza a un cierto territorio. Estas condiciones meteorológicas están representadas por variables atmosféricas como temperatura, velocidad de viento, precipitaciones, nubosidad, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica y otras.

El clima tiene directa relación con el sol (su trayectoria y variación del ángulo respecto de la horizontal entre un máximo y un mínimo para estaciones extremas del año) y se ve influenciado por las condiciones físicas de la topografía²¹ del lugar, tales como la presencia de montañas, la cercanía del océano, la vegetación, la presencia de valles. Otras variables que lo caracterizan son los vientos predominantes y la nubosidad del cielo.

El clima de una cierta región afecta directamente la forma en que desarrolla toda actividad humana. Particularmente, los factores que lo determinan debieran condicionar el diseño arquitectónico y la selección de las soluciones de construcción de un cierto proyecto. De hecho, un determinado clima incide directamente en las solicitudes

²⁰ **Bioclimático pasivo:** son los que, sin recurrir a fuentes ajenas al propio ambiente y a las cualidades del edificio y sus materiales, busca un control ambiental.

²¹ **Topografía:** Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

climáticas de la envolvente de la vivienda²² y debiera implicar un cuidadoso estudio del ordenamiento de los diferentes espacios de su interior de acuerdo al uso que se dará a éstos.



Figura 4.9: Viviendas en Arica, norte de Chile [Fuente: thisischile, 2014].

Respecto a lo anterior se quiere decir que, no es lo mismo una vivienda en el norte que en el sur del país, ya que, el clima incide en el diseño de ésta.

²² **Envolvente vivienda:** Muros exteriores o perimetrales de un recinto.

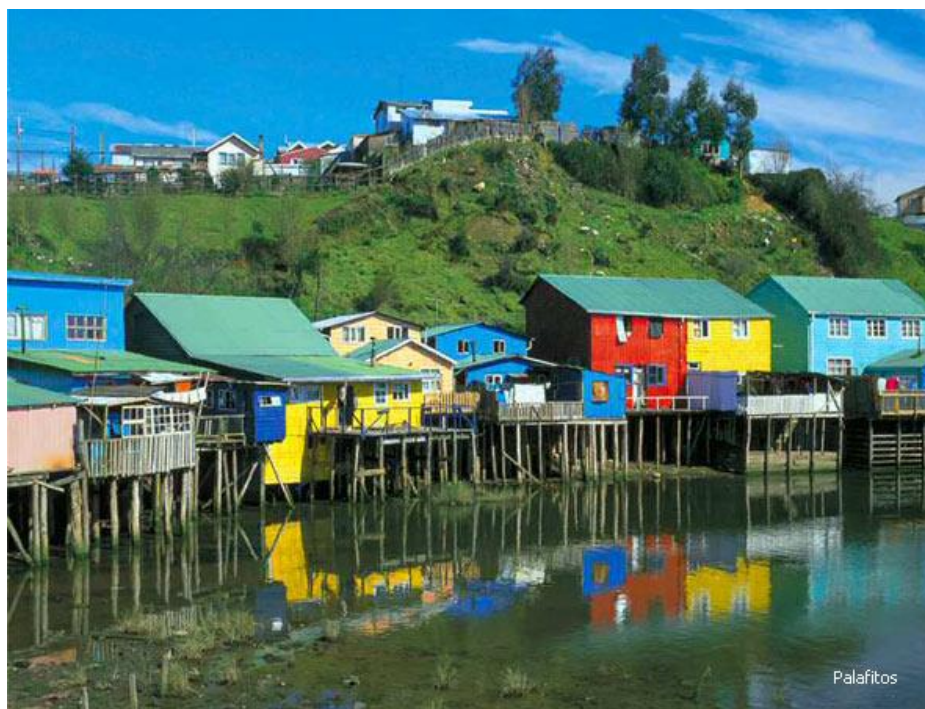


Figura 4.10: Viviendas en Chiloé, sur de Chile [Fuente fremdenverkehrsbuero-chile.com, 2014].

Chile abarca una gran extensión latitudinal²³, es por eso que presenta diversos climas a lo largo del territorio. Desde el norte hacia el sur se van presentando zonas extremadamente áridas, en el centro del país existen climas con veranos secos e inviernos húmedos y lluviosos, cuya duración en tiempo y aumento en aguas caídas incrementan progresivamente hacia el sur, llegando a zonas lluviosas y frías en las zonas más meridionales.

A continuación, se detallan las características más representativas de cada zona, junto con las principales ciudades que pertenecen a cada una de ellas.

Según la norma NCh1079 Of.2008, establece una zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico. Se aplica para

²³ **Latitudinal:** Que se extiende a lo ancho.

la elaboración de proyectos de edificios para las zonas del país clasificadas en la siguiente tabla.

Tabla 4.2: Clasificación climático habitacional, Chile.

Nombre	Clasificación
NL	Norte Litoral
ND	Norte Desértica
NVT	Norte Valle Transversal
CL	Central Litoral
CI	Central Interior
SL	Sur Litoral
SI	Sur Interior
SE	Sur Extremo
An	Andina

Fuente: NCh1079 Of.2008

“Norte Litoral: Abarca la franja costera desde el límite con Perú hasta el límite norte de la comuna de La Ligua, la zona entre el lado occidental de la Cordillera de la Costa hacia el poniente, hasta donde se siente la influencia del mar. Posee un ancho variable alcanzando hasta los 50 km. aproximadamente.

Es una zona desértica, con clima dominante marítimo y poca oscilación de temperatura diaria. Nubosidad y humedad en las mañanas, soleamiento fuerte en las tardes y lluvias nulas en su extremo norte y poco frecuentes en el sur. Posee viento proveniente del Sur y Sur-Oeste.

Norte Desértica: Ocupa la planicie comprendida entre la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, desde el límite con Perú hasta el límite norte de las comunas de Potrerillos y Diego de Almagro. Se puede considerar la línea de nivel de 3000m como límite oriental.

Es una zona desértica, sin lluvias y calurosa. Posee fuerte radiación solar, una atmósfera limpia y una fuerte oscilación de temperatura diaria. Vegetación nula, con noches frías y vientos fuertes. Tiene la particularidad de tener una angosta subzona de microclima, debido al cruce del Río Loa. Vientos dominantes del Oeste.

Norte valles: Ocupa la región de los cordones y valles transversales al oriente de la zona Norte Litoral excluida la Cordillera de los Andes por sobre 400m, desde el límite norte de las comunas de Chañaral y Diego de Almagro hasta el límite norte de las comunas de La Ligua y Petorca. A esta zona pertenecen las ciudades de Copiapó, Vallenar, Vicuña, Ovalle, Combarbalá e Illapel.

Esta zona es semidesértica con veranos largos y calurosos y atmósfera seca. A lo largo del año se presentan fluctuaciones importantes de temperatura entre día y noche. Las precipitaciones aumentan de norte a sur, siendo ocasionales y débiles en la zona norte.

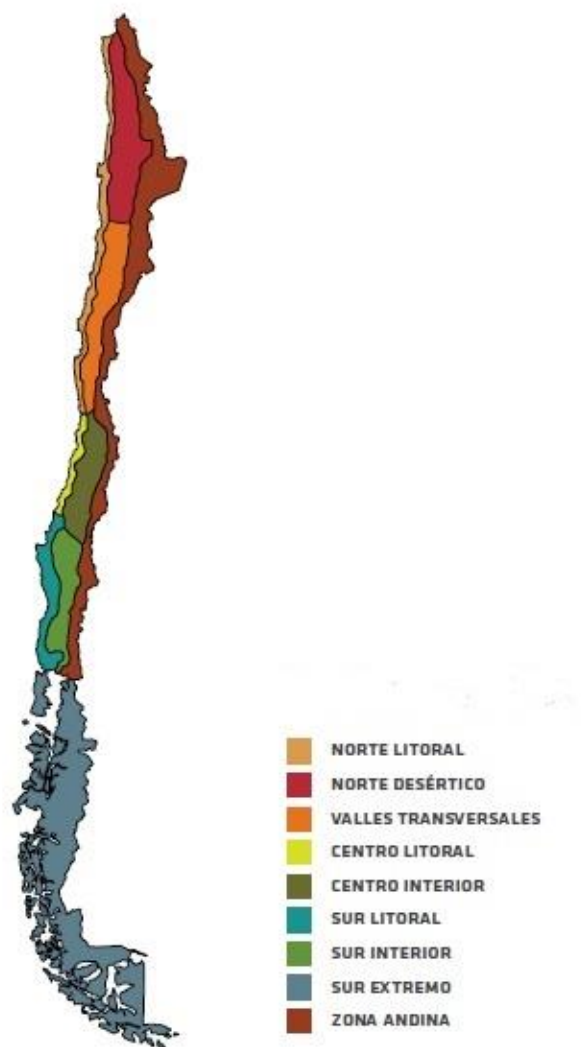


Figura 4.11: Zonificación climática habitacional [Fuente: Norma NCh1079, 2008].

Central Litoral: Continúa hacia el sur la zona ocupada por el NL (Norte Litoral), desde el límite norte de la comuna de La Ligua hasta el límite norte de la comuna de Cobquecura. Penetra en los valles de los ríos.

Posee clima marítimo, con inviernos cortos, temperatura templada, lluvias importantes. El suelo y su ambiente son salinos y relativamente húmedos, con una vegetación normal. Vientos predominantes del Sur-Oeste.

Zona Central Interior: Se ubica en el valle central comprendido entre la zona Norte Litoral y la precordillera de los Andes por bajo los 1000m. Desde el límite norte de las comunas de La Ligua y Petorca hasta el límite norte de las comunas de Cobquecura, Quirihue, Ninhue, San Carlos y Ñiquen. Ciudades de esta zona son: Santiago, Curicó, Talca y Chillán.

Zona de clima mediterráneo de temperaturas templadas. Las lluvias y heladas aumentan hacia el sur. La fluctuación de temperatura diaria es moderada aumentando hacia el este. Con intensa insolación en verano, especialmente hacia el noreste.

Zona Sur Litoral: Se ubica a continuación de la zona Central Litoral desde el límite norte de la comuna de Cobquecura hasta el límite sur de las comunas de Maullín, Calbuco y Puerto Montt. Ciudades de esta zona son Concepción, Valdivia y Puerto Montt.

Zona de clima marítimo con precipitaciones intensas, suelo y ambiente salinos y húmedos. La temperatura es templada a fría, la humedad es alta y los vientos son irregulares de dirección suroeste y norte.

Zona Sur Interior: Se ubica a continuación de la zona Central Interior desde el límite norte de las comunas de Cobquecura, Quirihue, Ninhue, San Carlos y Ñiquen, hasta el límite norte de las comunas de Maullín y Puerto Montt. Ciudades de esta zona son: Temuco, Villarrica y Osorno.

Zona lluviosa y de bajas temperaturas. El período caluroso del año es corto con moderada radiación solar. Abundantes ríos y lagos que generan microclimas. Viento predominante sur. Ambiente y suelo húmedo.

Sur Extremo: Está constituida por la región de los canales y archipiélagos desde Chiloé hasta la Tierra del Fuego. Contiene hacia el Este una sección continental.

Es una zona fría y lluviosa (todo el año). Nubosidad casi permanente y veranos cortos. Suelo y/o ambiente muy húmedo. También heladas y nieve en altura, y vientos muy fuertes hacia el sur. Posee microclimas importantes en el interior.

Andina: Comprende la faja cordillerana y precordillerana superior a los 3000 m de altitud en el norte (Zona Altiplánica) que bajando paulatinamente hacia el sur se pierde al sur de Pto. Montt.

Es una zona de atmósfera seca con grandes oscilaciones de temperaturas diarias. En invierno se producen ventiscas y nieve. Vegetación de altura y un gran contenido de luz ultravioleta en la radiación solar. Debido a las diferencias de altura y latitud que presenta a lo largo posee características particulares, principalmente con condiciones severas” (NCh1079, 2008).

Por los distintos climas, que hay a lo largo de Chile, se entiende que el factor diseño, de una vivienda, pasa por este punto, en donde el clima es un factor a tener en cuenta.

5.1 Ubicación

Para efecto de diseño es necesario ubicar la vivienda en algún lugar del país, la cual, estará ubicada en la ciudad de Santiago, comuna de San Bernardo.

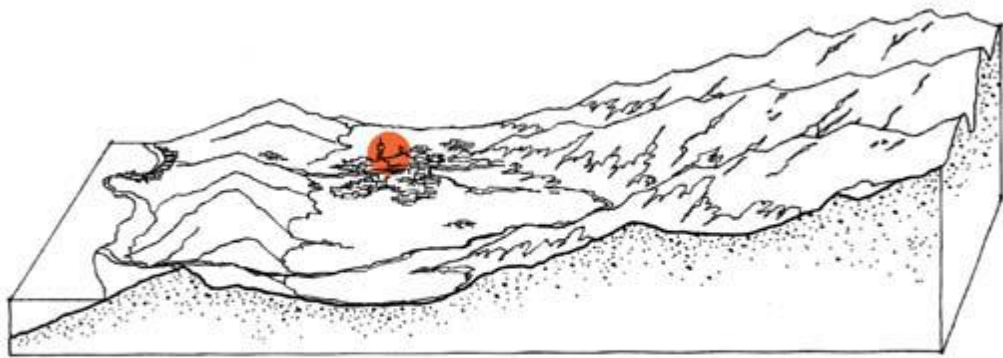


Figura 5.1: Relieve transversal Santiago [Fuente: Norma NCh1079, 2008].

Santiago se encuentra en la zona central interior (CI), en donde las características de su clima son las siguientes:

- Alta oscilación diaria de temperatura. En verano existen diferencias de temperatura entre día y noche mayores a 17°C en prácticamente toda la zona. En invierno esta oscilación disminuye a aproximadamente 11°C en Santiago hasta menos de 7 °C en Chillán.

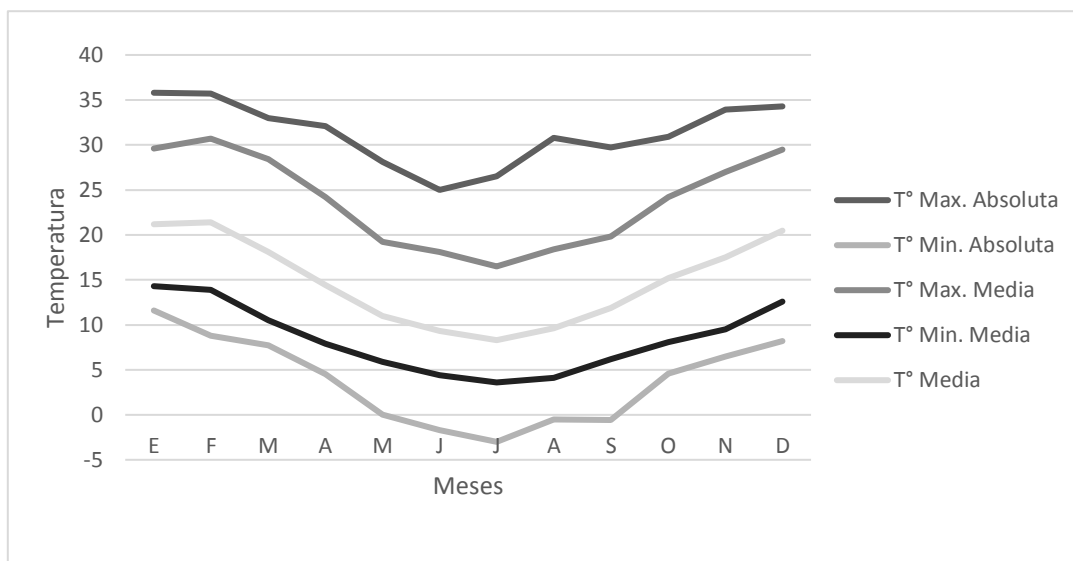


Figura 5.2: Variación mensual temperatura, Santiago [Fuente: INE Informe anual, 2014].

- Alta radiación solar en verano y baja en invierno. El promedio de radiación solar va entre 71,84kWh/m² (julio) y 250,69kWh/m² (enero).

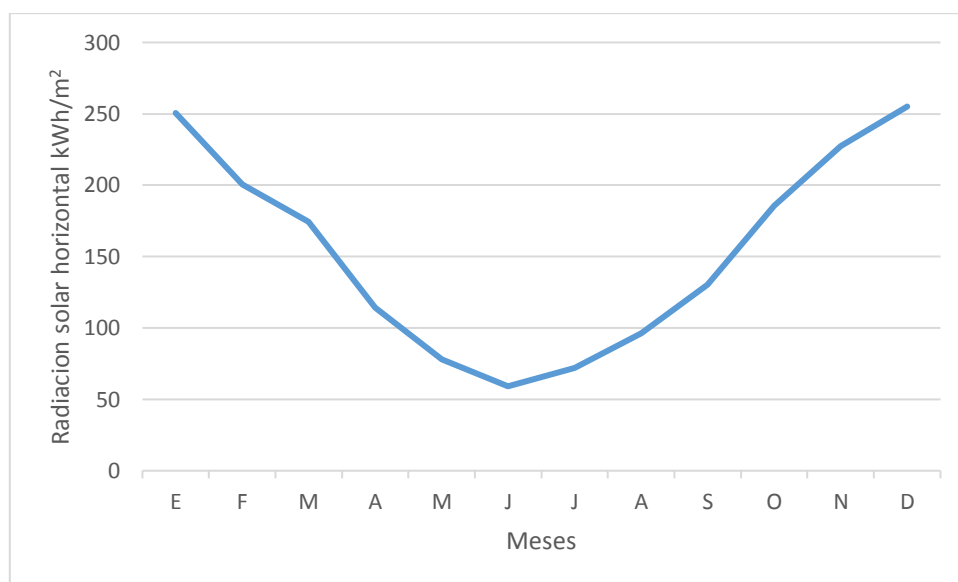


Figura 5.3: Variación mensual radiación solar Santiago [Fuente: Anexo III Ley 20.365, 2009].

- Humedad relativa es baja en verano y tiende a subir en invierno. Los promedios van entre aproximadamente 50% (enero) y 84% (julio).
- Precipitaciones moderadas en el norte de la zona. Crecen significativamente hacia el sur. Promedios anuales desde 260 mm (Pudahuel) hasta más de 1000 mm en Chillán. Hacia el sur aumentan las precipitaciones en otoño y primavera, las que bajan en el norte. Máximas de 24 horas desde aproximadamente 75 mm en el norte hasta más de 150 mm en el sur de la Zona.

5.2 Características de diseño

La vivienda será de 2 pisos con un total de 55m², con mejoras en la aislación térmica de la envolvente, además de asegurar una buena ventilación de la vivienda. Todas las ventanas serán de doble vidriado hermético con aleros; contará con implementos sanitarios para el ahorro de agua; en la cubierta contará con paneles fotovoltaicos, sacándole el máximo provecho a la ley 20.571 *Net Billing* y se agregará un sistema de agua caliente solar térmico.

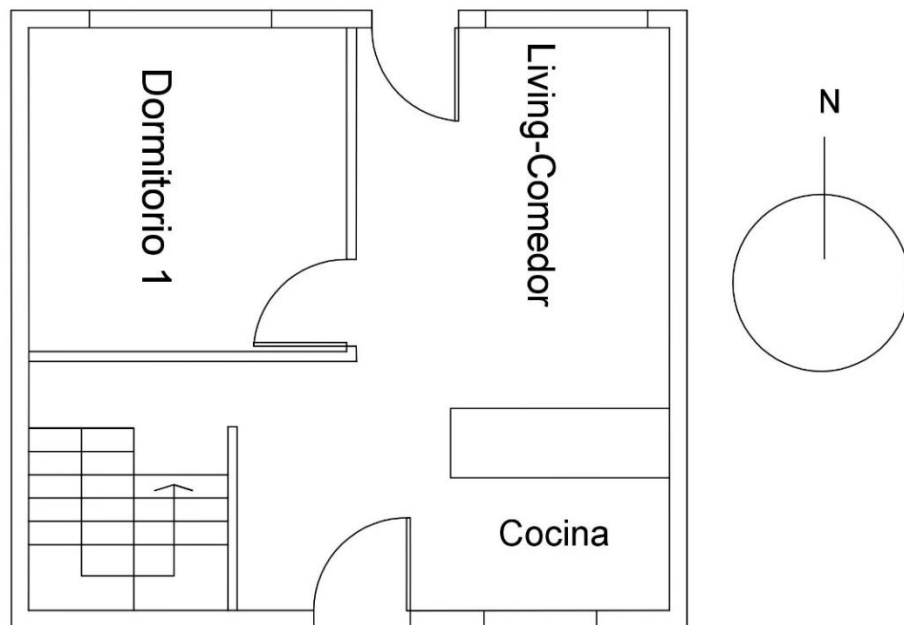
Respecto de la orientación de la vivienda, asumiendo el criterio de tener el máximo acceso al sol para períodos fríos del año, la mejor decisión es hacerlo hacia el norte (eje mayor este-oeste) en cuya fachada se diseñan ventanas de mayor tamaño que al sur.

En general, los recintos que son utilizados por la familia la mayor parte del día (estar-comedor y dormitorios) son los que se ubicarán de preferencia en la fachada norte, distribuyendo los demás recintos hacia el sur (cocina, baños, entradas, circulaciones, escaleras).

En la figura 4.4 se ve el diseño de una vivienda social mejorada, en donde a los recintos comunes y dormitorios se les da orientación norte, para aprovechar luz natural la vivienda. La vivienda es del tipo aislada²⁴.

²⁴ **Aislada:** Vivienda rodeada de espacio abierto, sin ninguna pared en común con otra.

Planta primer piso



Planta segundo piso

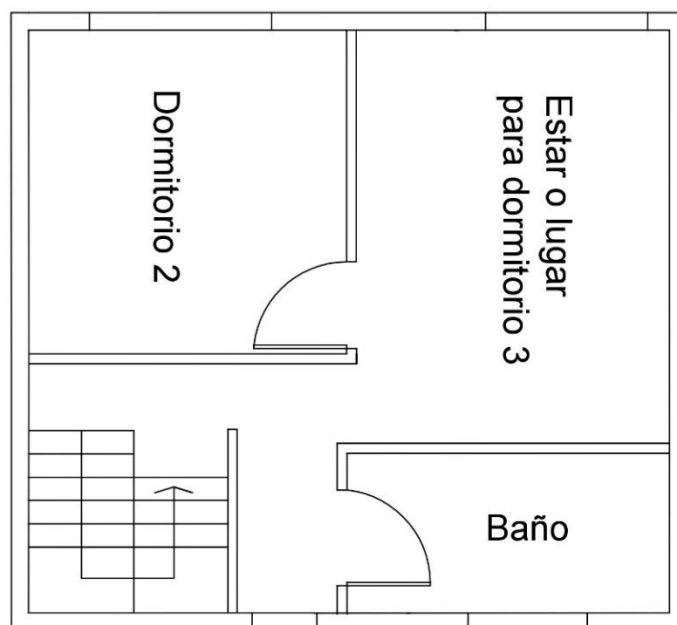


Figura 5.4: Planta vivienda social mejorada [Elaboración propia].

5.2.1 Ventanas

La captación solar por ventanas es favorable en períodos fríos y desfavorables en períodos calurosos. En general, en nuestros climas es recomendable orientar ventanas al norte y evitar ventanas al oriente-poniente para evitar sobrecalentamiento en períodos de alta radiación solar.

Como se mencionó anteriormente, los recintos comunes tales como estar-comedor y dormitorios, se ubicarán en el sector norte de la vivienda, para aprovechar la luz natural. Es por ello que, en época de verano en la zona central, se van a concentrar altas temperaturas en estos recintos, dando así incomodidad a las personas que habitaran estas viviendas. Para contrarrestar esta situación se utilizará, en todas las ventanas, doble vidriado hermético (DVH).

El DVH, es un componente prefabricado compuesto por dos capas de vidrio separadas entre sí, un espacio de aire seco y quieto, herméticamente cerrado por el paso de la humedad y el vapor de agua.

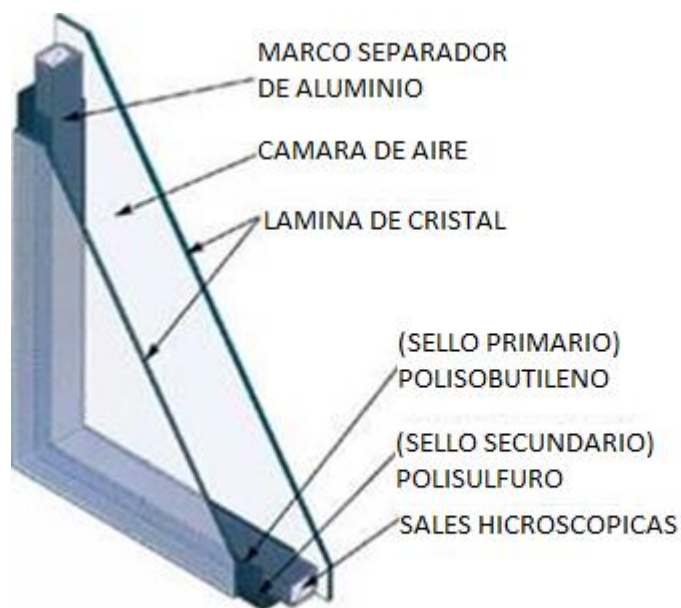


Figura 5.5: Doble vidrioado hermético con sus componentes poliisobutileno²⁵, polisulfuro²⁶, sales higroscópicas²⁷ [Fuente: superglass.com.ar].

Si se compara con el vidrioado simple sus ventajas son: provee un aislamiento térmico superior, mejora el aislamiento acústico, con vidrios especiales brinda control solar. En términos simples así es como funciona, el calor fluye desde el punto más caliente hacia el menos caliente, un DVH tiene gran capacidad de aislamiento térmico disminuyendo las pérdidas o ganancias de calor que se producen empleando un vidrio. La capacidad aislante de calor de un DVH está dada por la presencia del espacio de aire quieto y seco entre ambos cristales, con su empleo puede vidrioarse sin incidir en el confort ni en el consumo de energía. La cámara de aire controla la transmisión por convección²⁸; los vidrios reducen la transmisión por radiación²⁹, si se usan vidrios de control solar

²⁵ **Poliisobutileno:** Goma sintética de enorme resistencia a la luz solar y de gran permeabilidad, gracias a la polimerización de hidrocarburos del petróleo. También llamado isoleno.

²⁶ **Polisulfuro:** Es un sellador diseñado especialmente para los DVH.

²⁷ **Sales higroscópicas:** Absorbe la humedad la cual queda en el interior del granulo.

²⁸ **Convección:** La convección es la transmisión de calor por movimiento real de las moléculas de una sustancia.

²⁹ **Radiación:** Transmisión de calor entre dos cuerpos los cuales, en un instante dado, tienen temperaturas distintas, sin que entre ellos exista contacto ni conexión por otro sólido conductor.

(reflectivos), se impide el ingreso de calor por radiación. Si se usan vidrios de baja emisividad (low-e) se impide la salida de calor de los cuerpos.

El coeficiente de transmitancia térmica (U) el cual a medida que disminuye este valor, mejor es su capacidad para disminuir la conducción de calor entre el exterior e interior. Algunos ejemplos son los siguientes:

Tabla 5.1: Transmitancia U^{30} de distintos materiales

Materiales	U
Vidrio 6mm	5,8 w/m ² k
DVH cámara de 12mm	2,9 w/ m ² k
DVH con Low-e	1,9 w/ m ² k
Pared de ladrillos 15cm	2,9 w/ m ² k
Pared de ladrillos 30cm	1,9 w/ m ² k

Fuente: superglass.com.ar

³⁰ **Transmitancia térmica (U):** Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento. Su unidad en el Sistema Métrico Decimal es W/(m²·K), Watt por metro cuadrado por Kelvin.

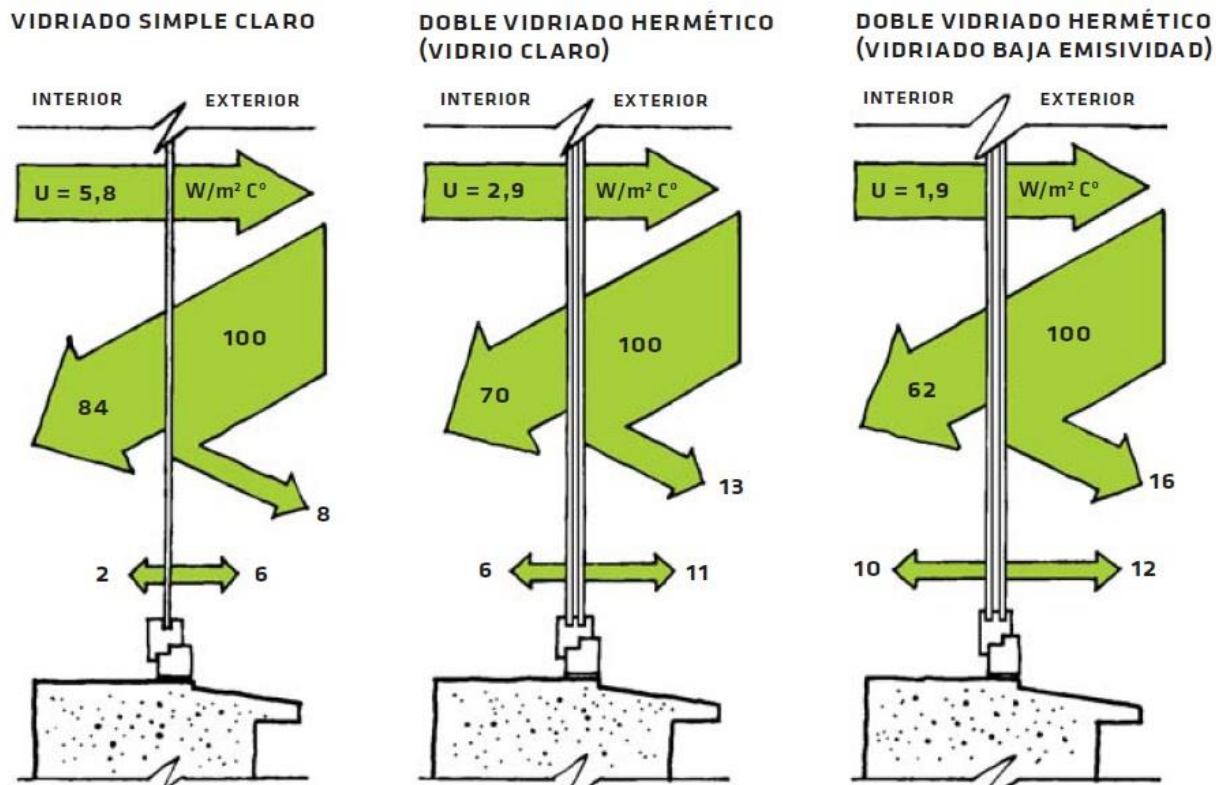


Figura 5.6: Transmitancia térmica en diferentes ventanas [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003].

5.2.1.1 Aleros

Otra forma de proteger el interior de la vivienda, de las altas radiaciones, en épocas de verano, es utilizando aleros sobre los vanos de ventanas para generar sombra. Para ello es necesario conocer la trayectoria del sol.

La trayectoria varía de acuerdo a la época del año. El menor ángulo respecto de la horizontal se da en el solsticio³¹ de invierno y el mayor en el solsticio de verano. La trayectoria del sol para todos los días de año está entre estos solsticios. Para un

³¹ **Solsticio:** Momento del año en que el Sol, en su movimiento aparente, pasa por uno de los puntos de la eclíptica más alejados del ecuador y en el que se da la máxima diferencia de duración entre el día y la noche. Anualmente se producen dos solsticios: el solsticio de verano y el solsticio de invierno.

determinado lugar, los ángulos del solsticio de invierno y verano están dados por su latitud³².

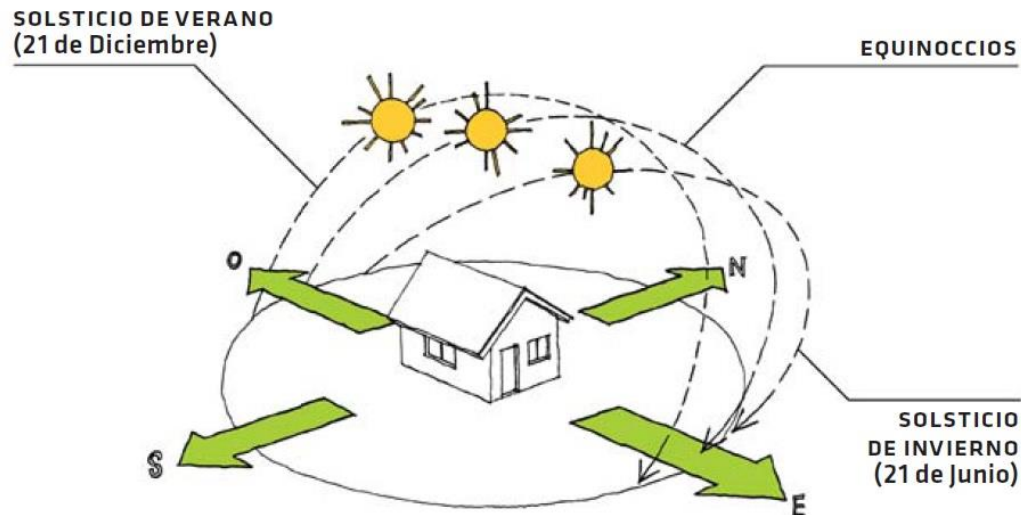


Figura 5.7: Trayectoria del sol respecto a la superficie horizontal. [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003].

De esta manera, conociendo la trayectoria del sol para un lugar determinado, es posible tomar decisiones referidas a la distribución de los espacios interiores de la vivienda, tamaño y ubicación de ventanas, protecciones solares, ubicación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar y otros.

³² **Latitud:** La latitud es la distancia angular entre la línea ecuatorial (el ecuador), y un punto determinado de la Tierra, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto.

Equinoccio: son los momentos del año en los que el Sol está situado en el plano del ecuador terrestre.

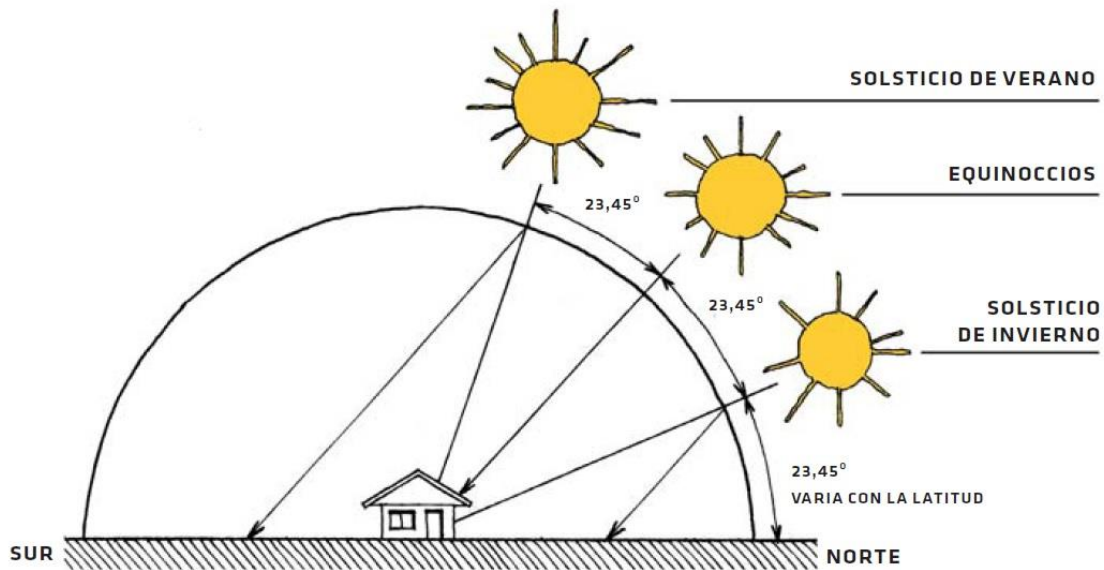


Figura 5.8: Disposición de la vivienda tipo respecto a la trayectoria del sol. Vista lateral. [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003].

Para dar una solución en las ventanas, del lado norte de la vivienda en épocas de verano, está la incorporación de aleros. Por la altura del sol en época de verano, se generará sombra, mientras que en épocas de invierno, ya que la altura del sol en el hemisferio sur es más baja con respecto a la posición terrestre, el alero no será un impedimento de ingreso del sol a la vivienda.

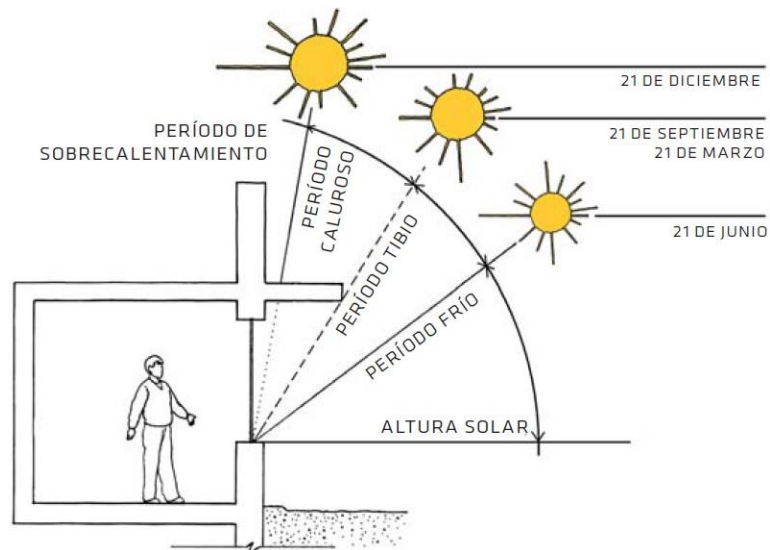


Figura 5.9: Esquema alero en disposición norte. [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003]

Otra solución que se puede implementar es el uso controlado de vegetación, el cual puede ser efectivo como sistema de protección solar. Adicionalmente, la vegetación aporta en la creación de espacios exteriores intermedios térmicamente agradables en verano, que disminuyen la temperatura de recintos interiores.

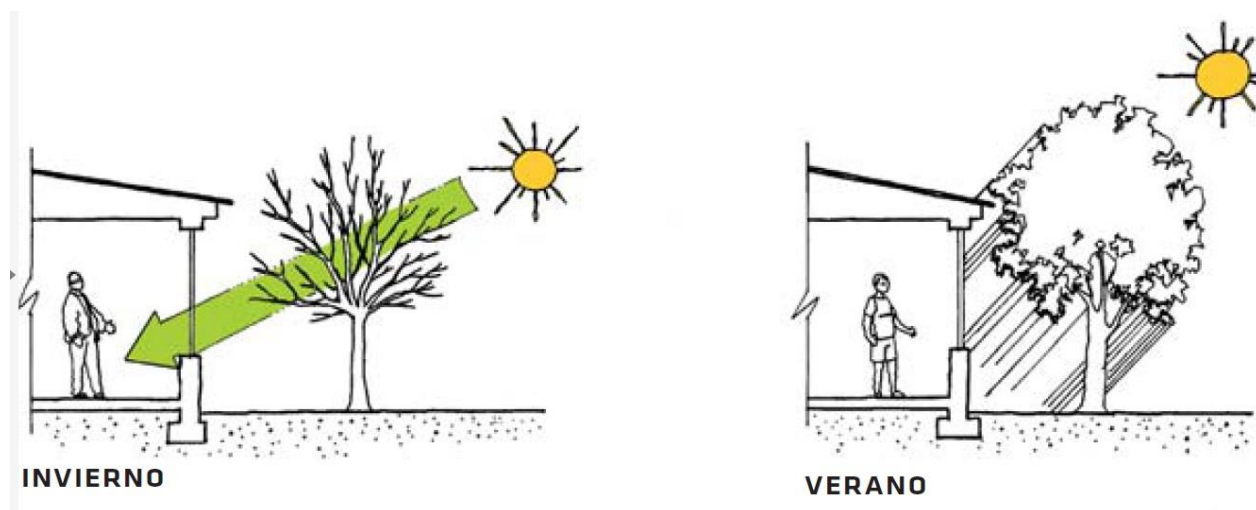


Figura 5.10: Uso de vegetación para protección solar. [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003].

La ganancia solar a través de entretecho o cubiertas planas puede ser disminuida significativamente a través de la ventilación. Para esto es necesario proveer de rendijas en aleros que permitan el ingreso de aire al entretecho, el cual debe ser expulsado por aberturas ubicadas en la cumbrera de la cubierta. Siempre esta ventilación debe desplazarse por sobre la aislación térmica.

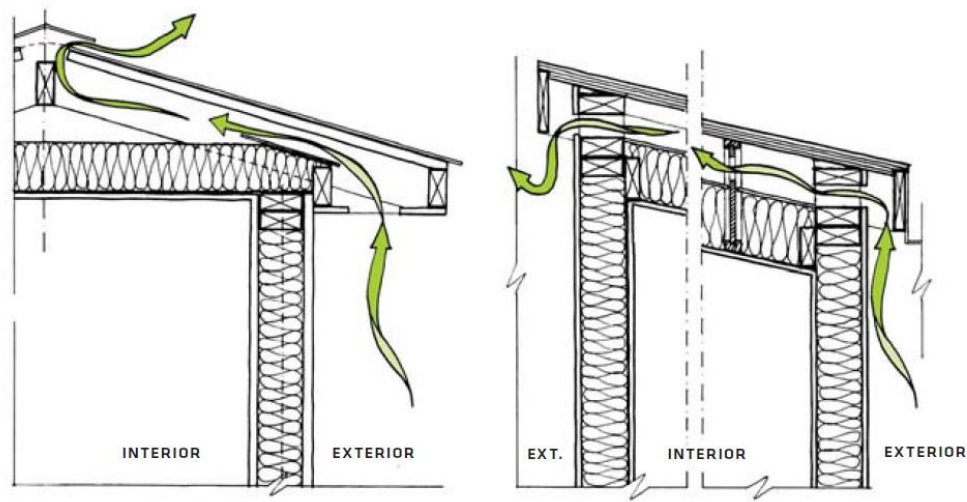


Figura 5.11: Ventilación techumbre para disminuir el efecto de la radiación solar [Imagen extraída de: Lavigne Pierre, 2003].

5.2.2 Ahorro de agua en implementos de grifería

Es necesario mencionar, que el agua cubre casi un 80% de la superficie de la tierra. Aunque parezca abundante menos del 1% de ésta es agua dulce, es decir, apta para usos domésticos, industriales o comerciales y turísticos.

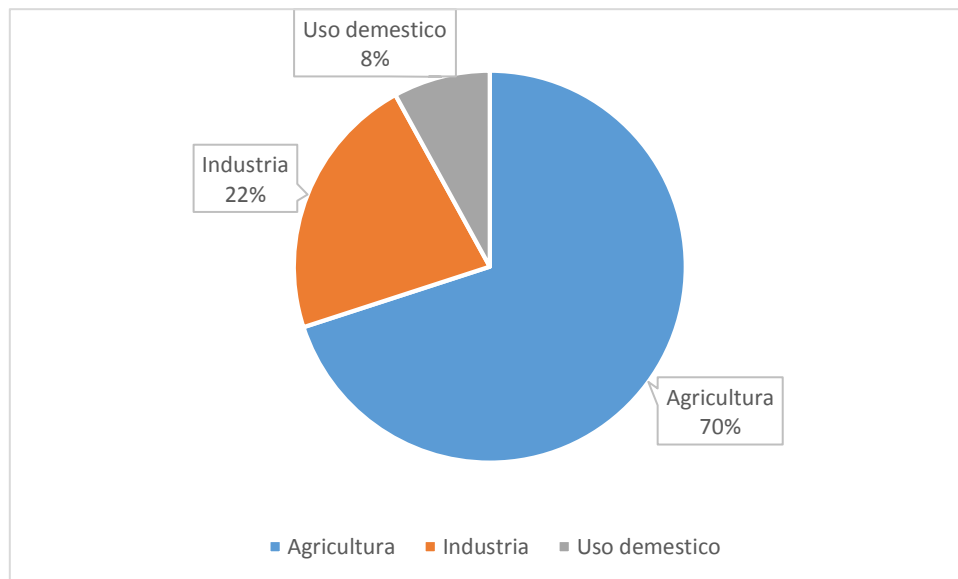


Figura 5.12: Consumo de agua estimado en Chile [Fuente: www.explora.cl, 2015].

Cabe mencionar, que el ahorro de agua es un tema que debiese ser una prioridad para todos los sectores. Ya que, por las condiciones climáticas, será un recurso muy escaso en un futuro. Por ello se debe tomar conciencia lo antes posible y así, dejar a las futuras generaciones con la mayor cantidad de recursos que contiene la Tierra.

El ahorro de agua, en la vivienda, además de ser un aporte para el planeta, también será una ayuda que tendrán las familias que habitaran estas casas, económicamente hablando.

Según la Súper Intendencia De Servicios Sanitarios (S.I.S.S.), concluyó que a nivel del sector sanitario éste oscila entre los 14m³ por mes en el invierno y los 26 m³ por mes en el verano, manteniendo una estabilidad en el tiempo pese a las variaciones tarifarias experimentadas durante el período, que alcanzaron los 20 m³ en promedio.

5.2.2.1 Artefactos de grifería

Limitadores de caudal, su función es reducir la cantidad de agua que sale por el grifo. Dependiendo de la presión de agua, estos artefactos debieran ahorrar entre 40% y 60% de agua (Formulación Sello De Eficiencia Hídrica, 2009). Su desventaja es que si la presión de la red es muy baja su funcionamiento puede que no sea el óptimo. Es posible aplicar limitadores de caudal a cualquier llave (lavamanos, lavaplatos, bidet y ducha). Existen reguladores de caudal regulables, pero generalmente son parte de la grifería.



Figura 5.13: Limitadores de caudal [Fuente ecodes.org].

Perlizadores aireadores, es un dispositivo que se enrosca en el grifo, que mezcla el agua con aire generando gotas en forma de perla, lo que permite ahorrar agua dando la impresión que la fuerza del chorro no ha disminuido. Además, por añadidura se salpica menos agua, lo que hace más cómodo el uso de estos dispositivos. Según Formulación Sello De Eficiencia Hídrica, 2009 ésta tiene un ahorro de entre un 30% a un 60%.



Figura 5.14: Aireadores para grifería [Fuente ecodes.org].

El cuarto de baño representa el 65% del consumo global de agua al interior del hogar. Entre los artefactos que utilizamos en el baño esta la ducha. Se estima que una ducha promedio de 5 minutos es equivalente a un gasto de 100 litros por lo tanto podemos estimar que por cada minuto que nos duchamos sin cortar el agua se consumen un total de 20 litros (Formulación Sello De Eficiencia Hídrica, 2009).

La incorporación de una válvula reguladora de caudal, la cual su función es similar a los limitadores de caudal, pero estos se ajustan automáticamente a los cambios de presión a través de dispositivos móviles, que estrechan el paso de agua. Además, pueden contar con una boquilla reductora de aspersion que limita el paso del agua. Tiene un ahorro de entre un 45% a un 65% (Formulación Sello De Eficiencia Hídrica, 2009).



Figura 5.15: Aireadores para ducha [Fuente: www.agua-dulce.org, Fundación ecología y Desarrollo, 2008].

Los inodoros son una de las principales fuentes de uso de agua en el hogar, responsables de casi 30% del consumo de agua en el interior de la residencia.

Este mismo documento (Formulación Sello De Eficiencia Hídrica La incorporación, 2009) indica que el inodoro con doble descarga logra características tales como; una excepcional conservación de agua; un excelente rendimiento de descarga con diseño neutro. El accionado de dos botones le permite escoger fácilmente, entre la opción de descarga de 6 o 3 litros de agua. El consumo de 3 litros de agua le permite a una familia promedio de cuatro personas ahorro significativo hasta 94,635 litros al año.

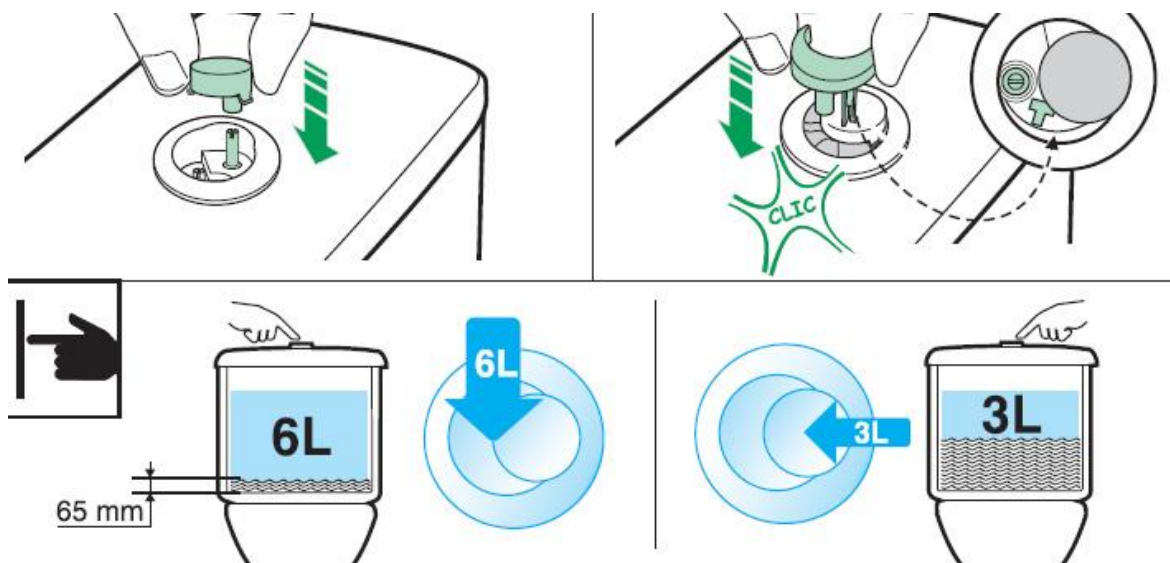


Figura 5.16: Inodoro doble descarga [Fuente: <http://improveyourwork.blogspot.cl>].

5.2.3 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS), termo solar

Uno de los consumos de energía más importantes en la vivienda corresponde al gas licuado (energía convencional) para ACS, el que puede ser disminuido de manera considerable al utilizar el sol (energía renovable). Un sistema solar térmico permite transformar la radiación solar en energía calorífica útil, consiguiendo el máximo de ahorro de energía convencional.

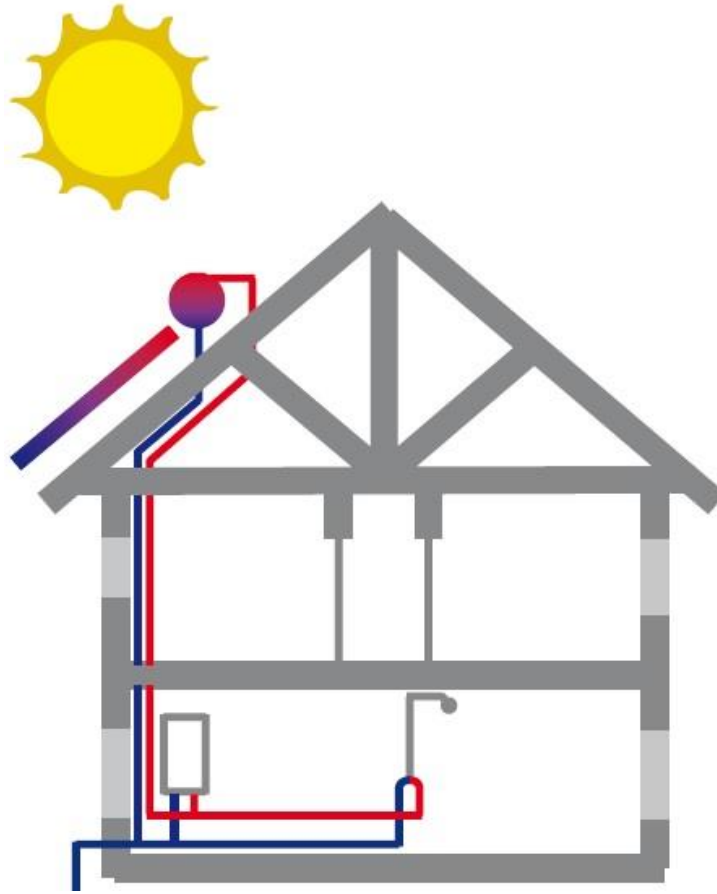


Figura 5.17: Esquema SST [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.1 Descripción de un sistema solar térmico (SST) y su funcionamiento

Un sistema solar térmico (SST) corresponde a un conjunto de equipos y componentes que permite el aprovechamiento de la energía solar para la producción de ACS, para el consumo doméstico.

Los sistemas de circulación natural o termosifón (también llamados sistemas pasivos) son aquellos donde el fluido de transferencia de calor circula en el circuito primario gracias al cambio de densidad producido por las diferencias de temperatura del fluido en el circuito.

El circuito primario va desde la captación hasta el intercambio de calor (dentro del depósito acumulador) y el circuito secundario va desde el intercambio de calor hasta la salida del Sistema de Aporte Auxiliar (SAA).

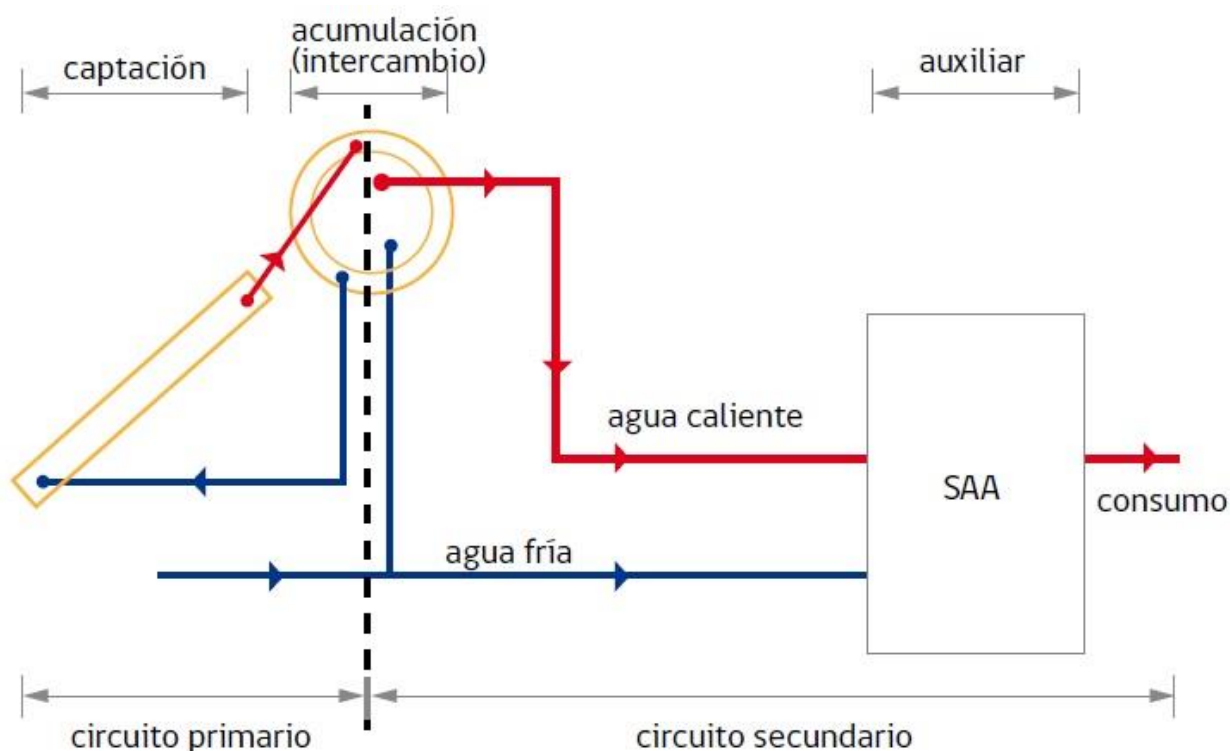


Figura 5.18: Esquema del sistema solar térmico [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

En las instalaciones por termosifón el movimiento del fluido caloportador se produce por variaciones de densidad del fluido como consecuencia de variaciones en su temperatura.

Al recibir la radiación solar, el fluido contenido en los captadores se calienta, reforzado por el efecto invernadero que genera el colector solar con cubierta de vidrio, lo que aumenta su temperatura, disminuyendo su densidad. Al pesar menos, dicho fluido asciende hacia la parte alta del circuito, mientras que el fluido frío contenido en el acumulador, con mayor densidad, se desplaza hacia la parte baja de la instalación por la tubería de entrada al captador. Así se genera una circulación del fluido que se mantiene

constante siempre que exista un gradiente de temperaturas entre el fluido de los captadores y el del acumulador y cesa cuando las temperaturas se igualan. Una suave inclinación que no sea casi perceptible puede favorecer significativamente la evacuación de aire y facilitar la circulación natural.

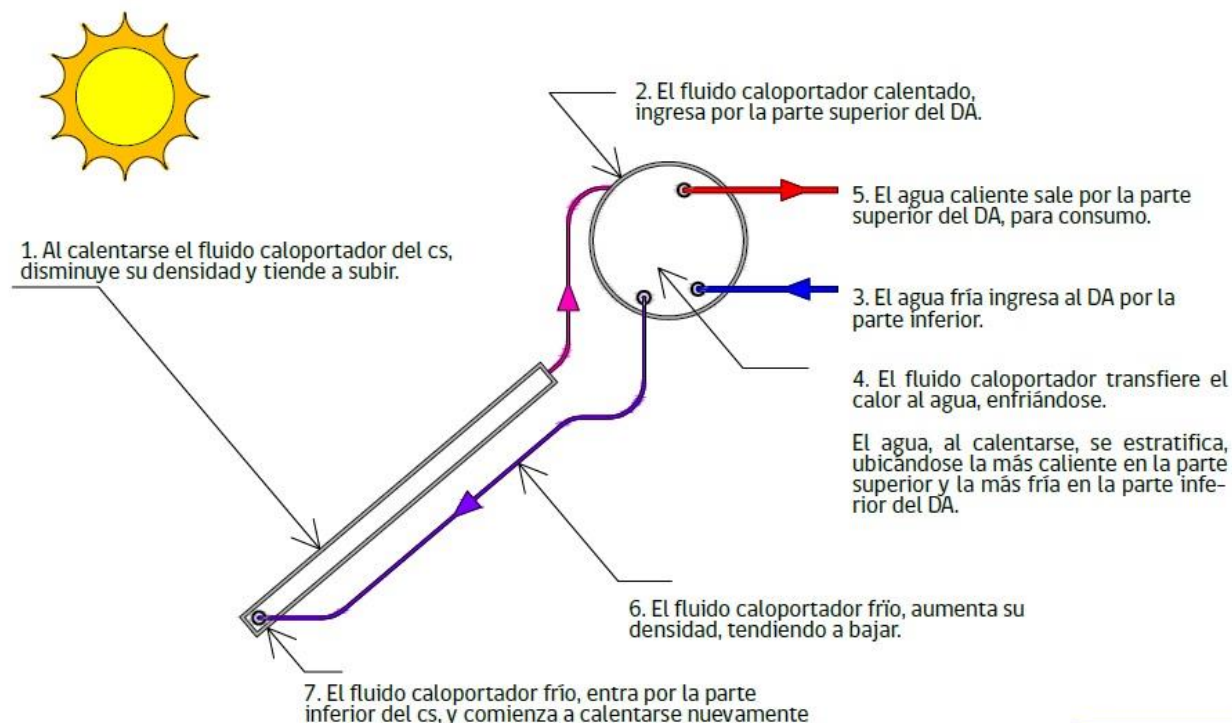


Figura 5.19: Funcionamiento del sistema solar térmico [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.2 Componentes

Los SST incluyen una serie de elementos necesarios para el correcto funcionamiento y control de la instalación. Todos los materiales del SST deberán soportar las máximas presiones de trabajo que puedan alcanzarse en el SST, así como, después de alcanzar la presión máxima, el SST debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin que el usuario tenga que hacer ninguna actuación.

5.2.3.2.1 Colector solar térmico (CST)

Dispositivo diseñado para captar la radiación solar incidente, transformarla en energía térmica y transmitir la energía térmica producida, a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Existen diferentes tipos de colectores y con distintas tecnologías de fabricación. En términos generales, se pueden clasificar en dos tipos principales; Colectores Solares Planos y Colectores Solares de Tubos al Vacío.

Cabe mencionar que la instalación de este sistema, en la techumbre, debe ejecutarse de manera que los paneles queden mirando en dirección norte (hemisferio sur), ya que, así se estará aprovechando la máxima radiación solar.

5.2.3.2.1.1 Colector solar plano

Colector diseñado para aplicaciones de aprovechamiento térmico con temperaturas inferiores a 100°C. En estos colectores, la radiación solar incidente sobre la cubierta transparente alcanza al absorbedor que transfiere la energía al fluido de trabajo.

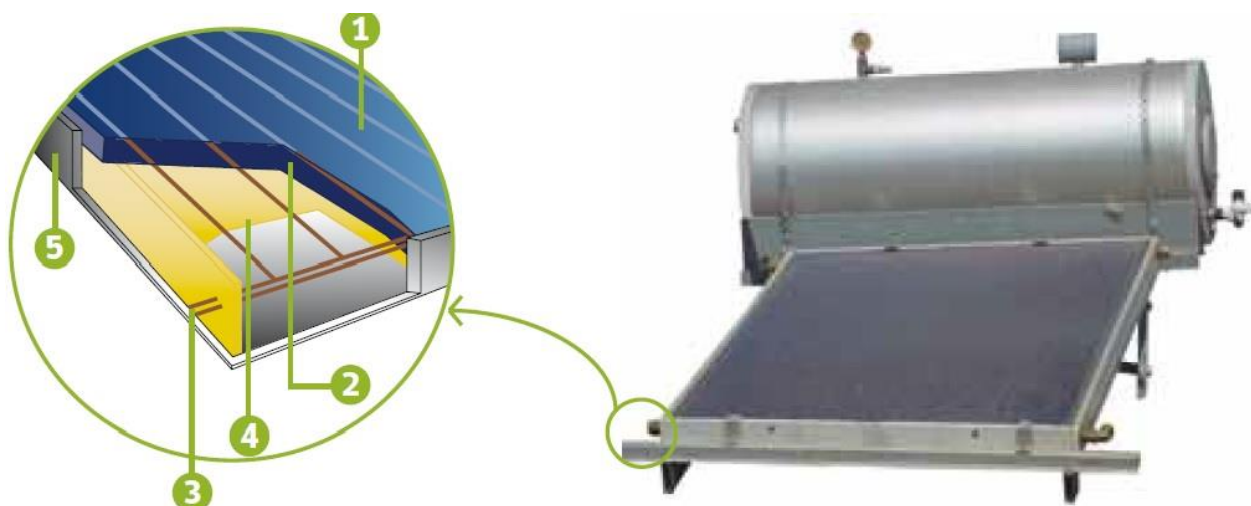


Figura 5.20: Componentes colector solar. 1: Cubierta de vidrio templado (espesor mínimo 3mm); 2: Absorbedor; 3: Tubos de circulación de fluido de trabajo; 4: Aislación térmica; 5: Caja [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.2.1.2 Colector solar de tubos al vacío

Estos colectores están conformados por tubos de vidrio en cuyo interior se produce el vacío. El vacío funciona como un aislante térmico disminuyendo significativamente las pérdidas de calor por conducción³³ y convección.

En este tipo de colectores, el tubo de vacío lleva en su interior una placa absorbidora de cobre-aluminio con un tubo hueco cerrado por los dos extremos, sometido también al vacío y con una pequeña cantidad de una mezcla de alcohol dentro del mismo. Al calentarse, esta mezcla se evapora ascendiendo hasta el extremo a menor temperatura, donde se enfría al ceder su calor latente al agua del circuito primario y, por tanto, se condensa y desciende de nuevo por gravedad.

³³ **Conducción:** Es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, por el que el calor fluye desde un cuerpo a mayor temperatura a otro a menor temperatura que está en contacto con el

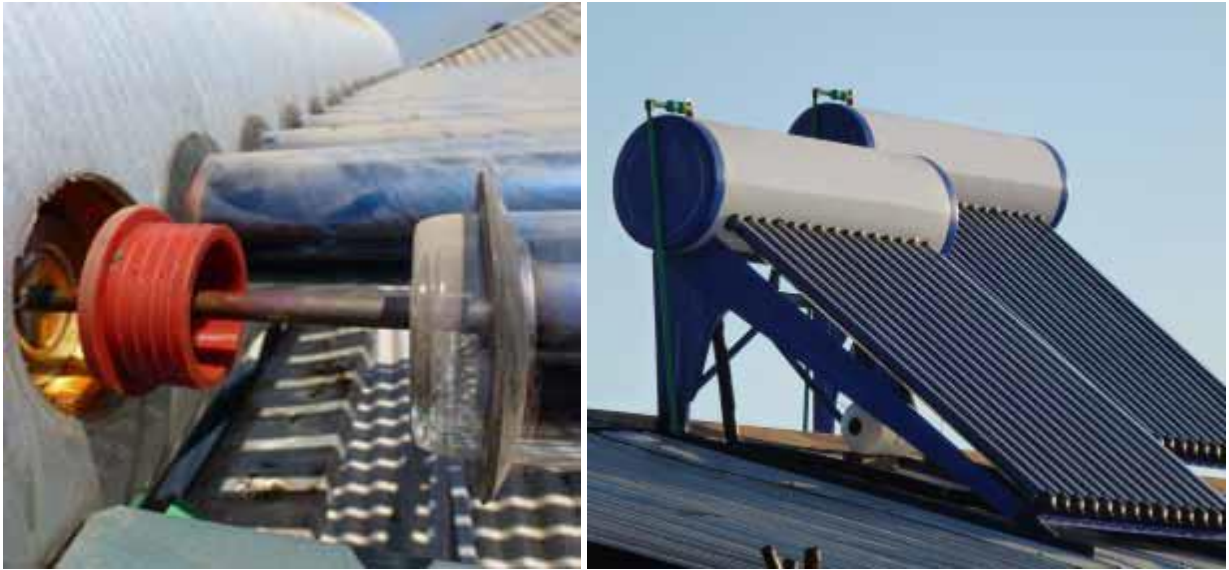


Figura 5.21: Sistemas de tubos al vacío tipo Head pipe [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.2.2 Absorbedor

Componente del colector solar, destinado a absorber energía radiante y transferir esta energía a un fluido en forma de calor. El absorbedor está constituido por materiales metálicos, de diversas configuraciones, con revestimiento en color negro, en general tratado electroquímicamente para mantener sus propiedades ópticas inalterables con el paso del tiempo. En ningún caso podrá utilizarse un colector que posea un absorbedor de acero galvanizado.



Figura 5.22: Absorvedor en colector de placa plana [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

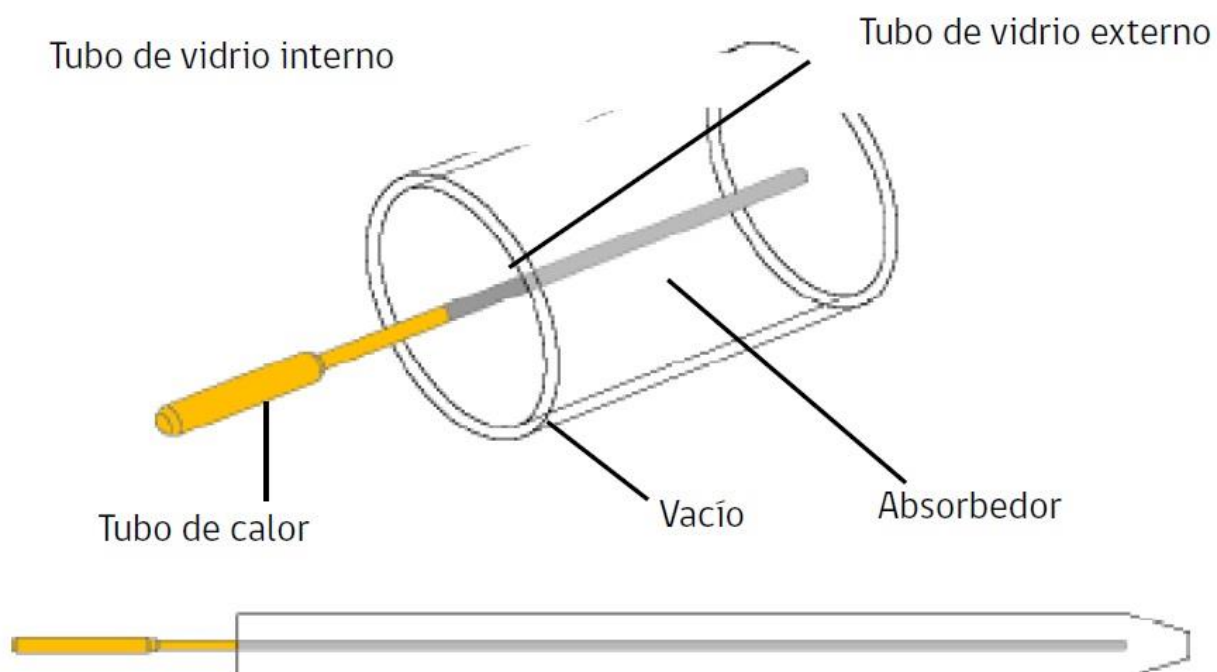


Figura 5.23: Absorvedor en colector de tubos al vacío [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.2.3 Deposito acumulador

Depósito que forma parte de un Sistema Solar Térmico, donde se acumula la energía térmica producida por el Colectores Solares Térmicos. El acumulador debe almacenar la energía producida por el colector solar térmico para cubrir la demanda en momentos de poca o nula radiación solar (en la noche o en la madrugada), y debe encargarse de la producción solar en momentos de poco o nulo consumo.

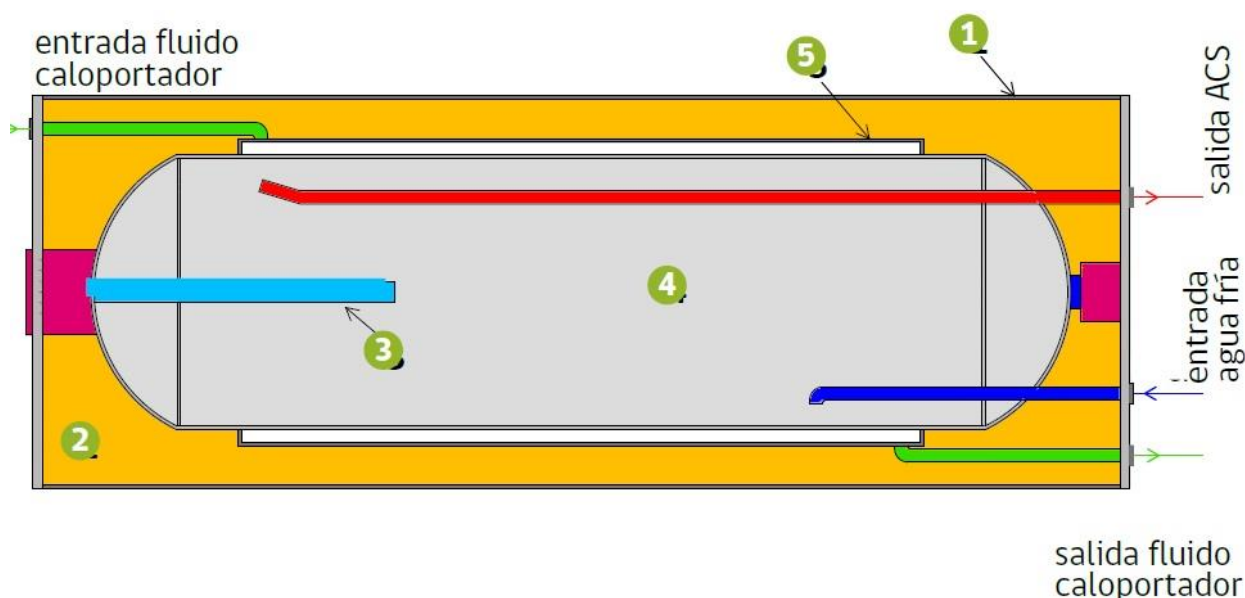


Figura 5.24: Deposito acumulador. 1: Cubierta; 2: Aislación térmica; 3: Protección catódica³⁴; 4: Revestimiento interior anticorrosión; 5: Intercambiador de calor [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

5.2.3.2.4 Intercambiador de calor

Es el elemento que sirve para transferir energía entre fluidos que circulan por circuitos diferentes, del circuito primario al circuito secundario o de consumo.

³⁴ **Protección catódica:** Es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica

Según cómo se transfiere el calor del fluido caloportador³⁵ al agua de consumo, se pueden clasificar en 2 tipos:

- Directos: el fluido de transferencia de calor que circula en el circuito primario, es la misma agua de consumo.
- Indirectos: el fluido de transferencia de calor que circula en los colectores transfiere el calor, para el agua de consumo, a través de un intercambiador de calor y corresponde a una mezcla de agua con anticongelante.

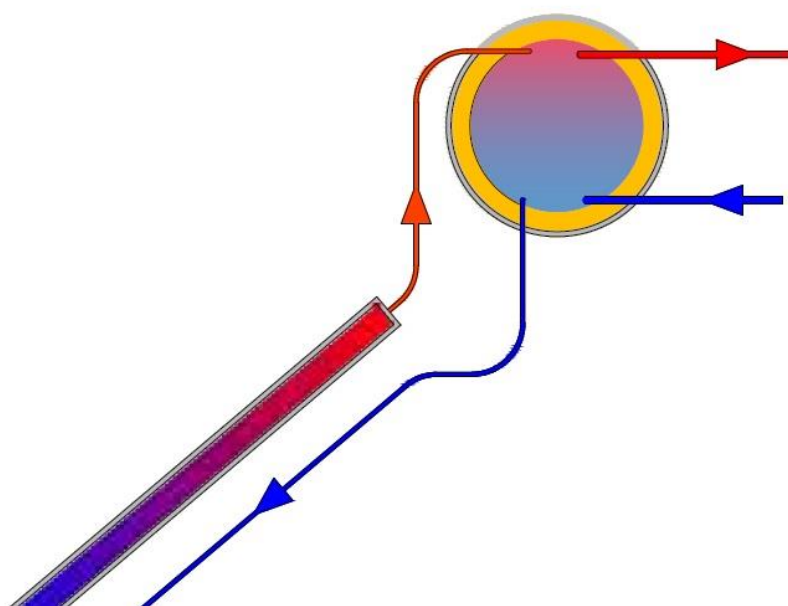


Figura 5.25: Sistema intercambiador de calor directo [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

³⁵ **Caloportador:** al fluido que transporta, por conducciones, calor de un lugar a otro. El caloportador se calienta (se le aporta calor) en una parte de la instalación y lo cede en otra. Normalmente se lleva por un circuito cerrado, de modo que, una vez ha cedido parte del calor transportado, vuelve al calentador para reiniciar el ciclo.

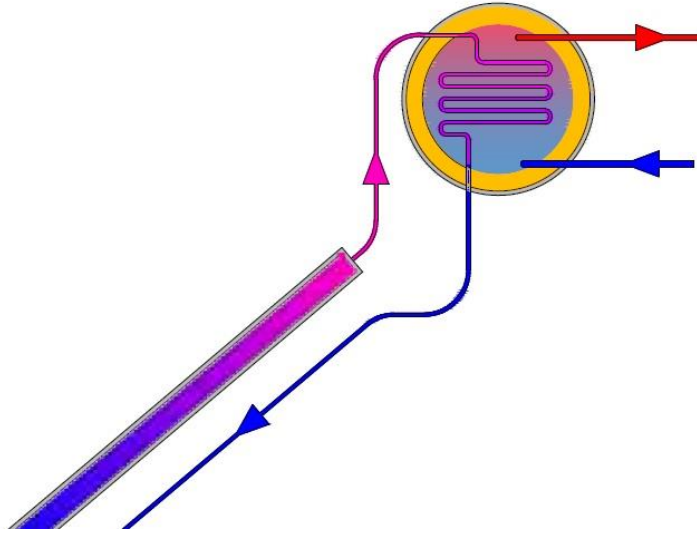


Figura 5.26: Sistema intercambiador de calor indirecto [Fuente: Manual Sistema Solar Térmico, 2014].

Los intercambiadores de calor pueden ser internos al acumulador y externos al acumulador, pero en los proyectos de SST unifamiliares por termosifón, se utilizarán intercambiadores de calor internos al depósito acumulador.

5.2.3.2.5 Sistema de energía auxiliar

Para días de poca radiación solar, se necesita un sistema auxiliar que provea a la vivienda de ACS. Este sistema, es el que incorpora la mayoría de las viviendas unifamiliares, el cual es el calefón.

Este sistema se ocupara en su minoría, ya que, nuestro país cuenta con más de 300 días de sol al año (acesol.cl).



Figura 5.27: Calefón [Fuente: solargas.cl].

5.2.4 Energía fotovoltaica, Ley 20.571 Net Billing

Lo primero es explicar, de que se trata esta ley (que entro el vigencia el 22 de octubre del 2014) y como puede beneficiar al consumidor. El Objetivo de la Ley de Generación Distribuida, 20.571 o de Net Billing es dar derecho a los clientes regulados de las Empresas Distribuidoras a generar su propia energía eléctrica, mediante medios renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, autoconsumirla y vender sus excedentes de energía a la empresa distribuidora. Los clientes regulados corresponden, en general, a pequeños y medianos consumidores que tengan una capacidad conectada

inferior a 2.000 kilowatts (kW)) y donde el sistema de generación con energías renovables tenga una potencia instalada menor a 100 kW nominal.

Gracias al Net billing se puede aprovechar al máximo la producción del sistema solar para cubrir parte del consumo eléctrico y reducir los costos de electricidad. Además permite devolver los excedentes a la red. Si bien estos excedentes se pagan a una tarifa menor que la de consumo, igualmente ayudan a bajar la cuenta adicionalmente. Todo este mecanismo funciona de manera automática, segura y sin intervención del usuario.

El usuario puede verificar fácilmente cuánta energía se ha entregado a la red, ya que el medidor tradicional se cambia por un medidor bidireccional. Éste registra el consumo eléctrico y los excedentes por separado.



Figura 5.28: Modo de funcionamiento ley 20.571 [Fuente: chilectra.cl].

En términos simples, los clientes podrán generar su propia energía, auto consumirla e inyectar sus excedentes a la red.

5.2.4.1 Componentes

Existen 2 tipos de sistemas fotovoltaicos, los aislados donde se encuentran artefactos (calculadoras, lámparas, etc.) que ocupan este tipo de energía, también se emplean en edificios, los cuales requieren baterías, para momentos de ausencia de luz solar y el otro tipo son los conectados directamente a la red.

Como ya se mencionó anteriormente, en estas viviendas se utilizarán los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, la cual, a continuación, se detallarán sus componentes.

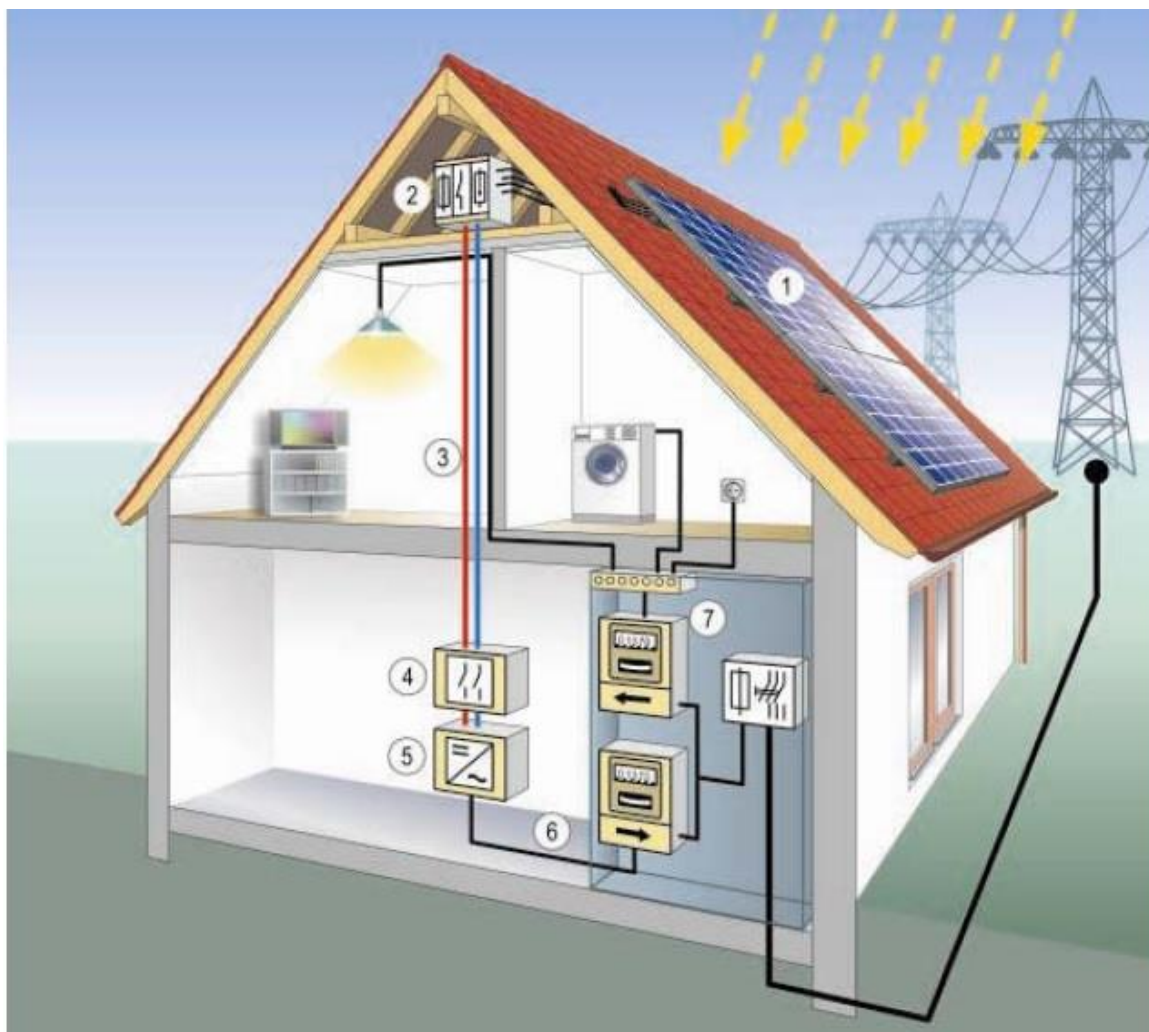


Figura 5.29: Componentes SFV conectado a la red eléctrica. 1: Generador fotovoltaico (paneles); 2: Caja de distribución CC; 3: Cableado CC; 4: Interruptor principal CC; 5: Inversor; 6: Cableado CA; 7: Contadores de entrada y salida de energía. [Fuente: Cámara Chilena De La Construcción, 2011].

5.2.4.1.1 Paneles solares

Los paneles fotovoltaicos están compuestos de celdas solares, la cual es un dispositivo que convierte la radiación solar en energía eléctrica de manera directa, es decir, no requiere de piezas móviles o procesos de combustión. El efecto fotovoltaico, es decir, convierte la luz solar en electricidad se produce en materiales conocidos como semiconductores, las cuales son materiales cuya conductividad puede ser modificada, y además generar una corriente eléctrica con cargas negativas, positivas o ambas.

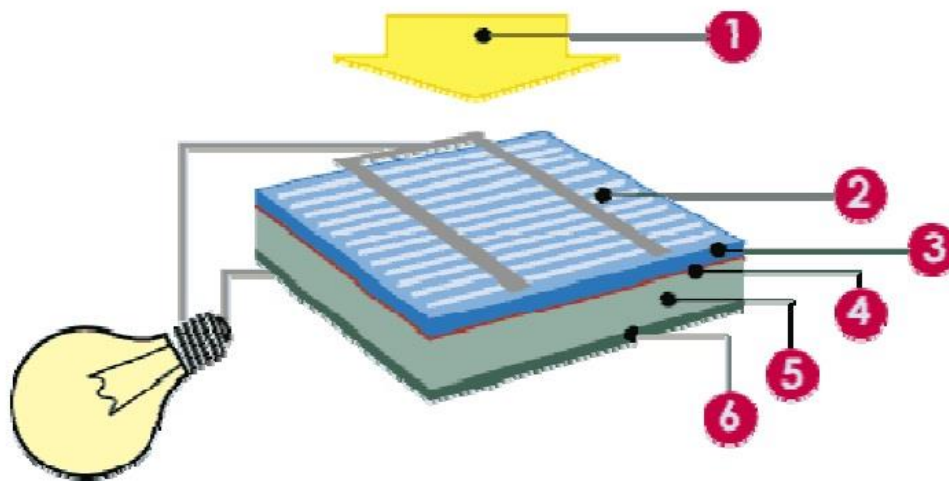


Figura 5.30: Estructura panel solar. 1: Luz (fotones); 2: Contacto frontal; 3: Capa negativa; 4: Capa de desviación; 5: Capa positiva; 6: Contacto posterior. [Fuente: regulación internacional sobre producción de electricidad mediante paneles fotovoltaicos, 2009].

El funcionamiento de un panel solar consiste en algunos de los fotones de los fotones, de la radiación solar, al impactar sobre la primera capa del panel, logran penetrar para luego ser absorbidos por materiales semiconductores, tales como el silicio. Debido a la penetración, los fotones golpean a los electrones de los átomos de silicio, lo que provoca que sean liberados de los átomos a los que estaban originalmente confinados. Lo anterior, les permite a los electrones circular por el material y producir electricidad,

debido a que las cargas positivas complementarias que se crean en los átomos que pierden electrones, denominadas huecos, permiten que exista un flujo de electrones en el panel solar. Este flujo, es el responsable de la existencia de una corriente continua.

5.2.4.1.2 Inversor

Un inversor fotovoltaico es un convertidor, que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico, en corriente alterna. Éstos se subdividen en: inversores aislados e inversores conectados a la red.

Estos inversores solares pueden ser conectados directamente a la línea eléctrica casera (CFE). El inversor monitorea el volumen, frecuencia y fase de la línea casera y entonces produce una onda senoidal³⁶ pura cuya frecuencia y fase iguala a la de la CFE pero con mayor volumen. El inversor suministrara energía a la línea CFE cuando este encendido.



Figura 5.31: Inversor de CC A CA. [Fuente: inversoressolares.net].

³⁶ **Senoidal:** presenta el valor de la tensión de la Corriente alterna a través de un tiempo continuamente variable, en un par de ejes cartesianos marcados en amplitud y tiempo.

5.2.5 Aislación térmica

El ahorro en calefacción, en una vivienda, va de la mano con el tipo de aislación térmica que tenga ésta. Un edificio con una buena envolvente, que evite pérdidas de calor por conducción y por infiltraciones, tendrá un mejor confort térmico para sus ocupantes, menor riesgo de ocurrencia de condensación, y mayor durabilidad de la edificación.

Se define como aislación térmica a la oposición del paso de calor de un material o conjunto de materiales, y que en construcción se refiere esencialmente al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y exterior.

En nuestro país, el artículo N° 4.1.10 de la Ordenanza General De Urbanismo Y Construcción (O.G.U.C.), da a conocer los requisitos térmicos mínimos que debe contener una vivienda. Estas exigencias se aplican según la zona climática donde se encuentre ubicada la vivienda.

El artículo N° 4.1.10 nos dice lo siguiente: “Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior, a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo a con los planos de zonificación térmica aprobados por resoluciones del Ministro de Vivienda y Urbanismo.”

Tabla 5.2: transmitancia térmica en viviendas, por zonas

Zona	Techumbre		Muros		Pisos ventilados	
	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	U [W/m²K]	Rt [m²K /W]	U [W/m²K]	Rt [m²K /W]
1	0,84	1,19	4,00	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,00	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,90	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,70	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,60	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,10	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,60	1,67	0,32	3,13

Fuente: artículo N° 4.1.10

Para el diseño de la vivienda social sustentable, se necesita que los valores de U estén muy por debajo de lo que indica la norma, así se obtendrá un potencial ahorro energético y un mayor confort térmico al interior de la vivienda.

A modo de ejemplo se hará el cálculo de U, en un muro de albañilería de 15cm de espesor, con estuco de 25mm por ambas caras, para Santiago (zona 3)

Según la norma NCh 853. Of 91, la ecuación es la siguiente:

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

Donde:

R_T = Resistencia térmica total de un elemento compuesto, se expresa en m²K/W

R_{si} = Resistencia térmica de superficie interior, se expresa en m²K/W

$\sum \frac{e}{\lambda}$ = Sumatorias de las resistencias térmicas de las capas que conforman el elemento, se expresa en m²K/W

R_{se} = Resistencia térmica de superficie exterior, se expresa en m²K/W

e = Espesor del material

Por tablas que van incorporadas a la norma NCh 853 (ver anexo), se pueden obtener los valores de: R_{si} , R_{se} , y λ .

$R_{si} = 0,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$

$\lambda_{\text{mortero}} = 1,4 \text{ m}^2\text{K/W}$

$\lambda_{\text{ladrillo}} = 0,46 \text{ m}^2\text{K/W}$

Reemplazando se obtiene lo siguiente:

$$R_T = \frac{1}{U} = 0,12 + \frac{0,025}{1,4} + \frac{0,025}{1,4} + \frac{0,15}{0,46} + 0,05 = 0,5317 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto $U = 1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Este tipo de solución cumple con la norma, pero si a este mismo ejercicio se le agrega un tipo de aislación como, por ejemplo poliestireno expandido de 5cm densidad 10 kg/m^3 ($\lambda = 0,043 \text{ W/m}^2\text{K}$), el U baja de un $1,88 \text{ m}^2\text{K/W}$ a un $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, en donde se puede observar que baja en torno a un 65%.

Por ende, haciendo un cambio en los aislantes, aumentando su espesor, se logra un gran cambio en la transmisión térmica, lo que conlleva a un ahorro en la climatización de la vivienda.

6.1 Descripción de la evaluación

La evaluación consiste en hacer un comparativo costo-beneficio, que tiene el diseño de una vivienda social sustentable. Lo que quiere decir, que se calculara el aumento del o el costo que conlleva construir una vivienda de estas características, versus el potencial ahorro que generara a las personas que las habiten.

El orden de la evaluación será el mismo de los componentes a agregar, a la vivienda social, mostradas en el capítulo anterior.

En este capítulo, se omitirán la incorporación de los artefactos ahorro de agua, ya que, su valor, en cuanto a la incorporación de estos artefactos, es despreciable respecto al valor de la vivienda. Igualmente cabe recordar, que con estos artefactos la vivienda tendrá un ahorro cercano al 30% en agua.

6.2 Ventanas

Entre el 25 y 30% de nuestras necesidades de calefacción son debidas a las pérdidas de calor que se originan en las ventanas. Su aislamiento térmico depende de la calidad del vidrio y del tipo de material y carpintería del marco.

Los sistemas de doble cristal o doble ventana reducen, prácticamente a la mitad, la pérdida de calor con respecto al vidrio sencillo y, además, disminuyen las corrientes de aire, la condensación de agua y la formación de escarcha.

Como ya se mencionó, estas viviendas contarán con ventanas termopaneles o doble vidriado hermético (D.V.H.).

Lo primero es conocer el gasto promedio en combustible, que tiene una vivienda, para la calefacción o el consumo de energía en calefacción³⁷. El cual se muestra la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Gasto promedio anual en calefacción, zona 3

Tipos de combustibles para calefacción	Gasto promedio kWh/ año	Valor UF/kWh	Costo en UF, anuales
Gas licuado	420,1	0,0043	1,8
Gas natural	141,1	0,00517	0,73
Parafina	1260,4	0,00214	2,70
Estufa eléctrica	55,4	0,0069	0,382
Estufa a leña	991,2	0,001	0,99
Estufa a carbón	170,1	0,0019	0,323
Total			6,93
Gasto promedio anual en calefacción			1,16

Fuente: Estudio De Usos Finales Y Curva De Oferta De La Conservación De La Energía En El Sector Residencial, 2010

Según el estudio hecho por, La Cámara Chilena De La Construcción. Con el informe llamado: Estudio De Usos Finales Y Curva De Oferta De La Conservación De La Energía En El Sector Residencial, año 2010. Da a conocer los gastos en energía o consumo energético, que consume una vivienda en promedio, el cual se subdivide por sectores. La tabla muestra el sector calefacción, los gastos anuales en la zona 3, donde se ubica la ciudad de Santiago.

Este mismo estudio da a conocer el ahorro del sistema de ventanas D.V.H., como se mencionó anteriormente, se instalarán termopaneles con cristales con mayor

³⁷ **Consumo de energía en calefacción:** Corresponde a la cantidad de energía real o estimada teóricamente que requiere una vivienda para satisfacer sus necesidades de calefacción, según ciertas condiciones de uso y climáticas, considerando la eficiencia de los sistemas y equipos de calefacción.

eficiencia, el cual tiene un valor de $U = 1,9 \text{ w/m}^2\text{K}$. Según el estudio con esta tecnología se genera un ahorro del 20% respecto a la reglamentación actual de aislación. Por ende, se generaría un ahorro anual en calefacción, en torno a las 0,23 UF anuales.

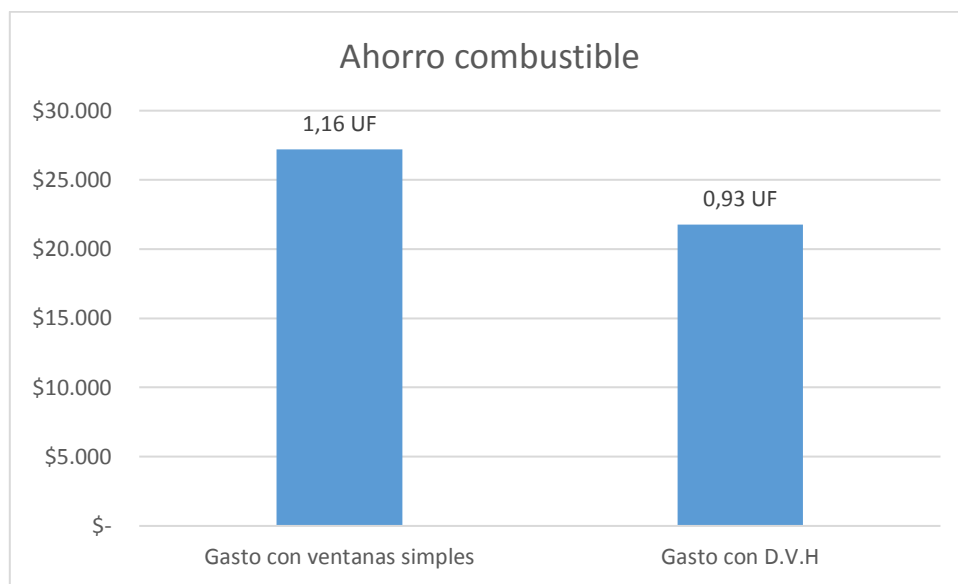


Figura 6.1: Ahorro combustible para calefacción [Elaboración propia].

Por otra parte, se debe tener en cuenta que el cambio de la tecnología de las ventanas, implicara un aumento de costos.

En el mercado el valor de una ventana convencional (un solo cristal 3mm) está alrededor de 2,3 - 2,7 UF³⁸, una ventana cuyas características son: dimensiones 141x120cm; material marco PVC, cristal simple de 3mm (ventana monolítica).

Por otro lado, las ventanas termopanel, consultando a la empresa Solven, su valor varia dependiendo del tamaño y material del marco de la ventana, para poder conseguir una correcta comparación se consulta, por una ventana de las mismas medidas y materiales de la ventana antes mencionada (monolítica). Las cuales cuenta con 2

³⁸ Valor UF al 30-01-16: \$25.629

cristales de baja emisividad de 4mm y una cámara de aire de 12mm, ésta tiene un valor de 10,3 UF.

Tomando en cuenta que el diseño de la vivienda, que se está ejecutando en esta memoria, cuenta con 6 ventanas, 2 de éstas de menor tamaño. Es por ello, que se tomara las dos de menor tamaño, como el valor de una sola ventana (10,3 UF)

Tabla 6.2: Diferencia de precios en tipos de ventanas

Ventanas	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)	
Monolíticas	2,7	5	13,5	
Termopanel	10,3	5	51,5	
			Diferencia ter/mon (uf)	38

Fuente: elaboración propia

En conclusión, el valor de la vivienda sustentable, aumenta su valor en 38 UF aproximadamente respecto a la vivienda social convencional.

6.3 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS), termo solar

Una persona consume en gas al ducharse (ducha de 5 minutos), \$200 al día, por ende, una familia de 4 personas gasta \$800 al día, o sea \$ 292.000 al año (fuente: Ministerio De Energía).

Este sistema genera un ahorro entre un 75% en el norte y un 30% extremo sur. En la zona central el potencial ahorro es de un 60% (fuente: Ministerio De Energía). Con un sistema de este tipo el ahorro anual, para una familia de 4 personas, es de \$175.200 (6,84UF) anuales, lo que implica un gran alivio a las personas, de escasos recursos, que habitara en estas viviendas.

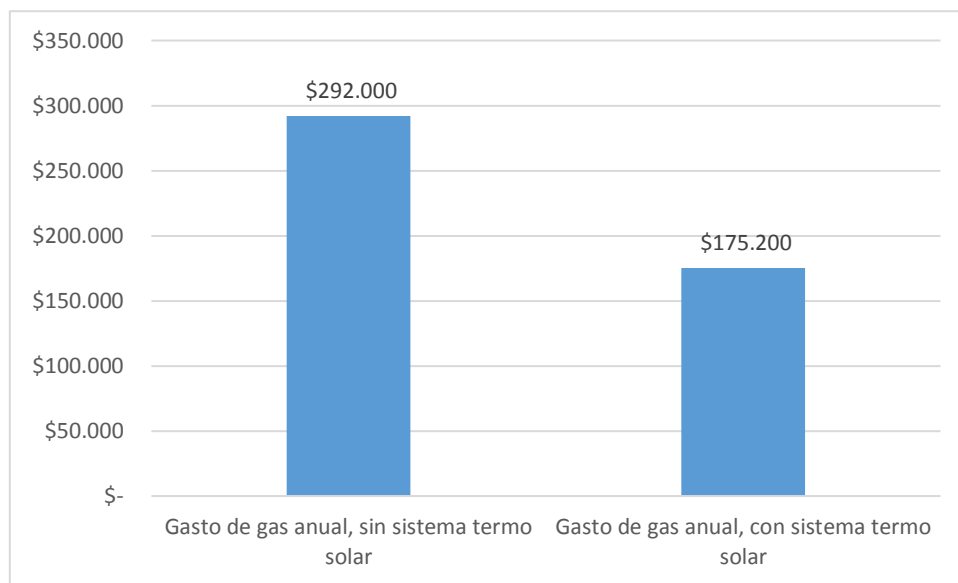


Figura 6.2: Consumo de gas, familia 4 personas [Elaboración propia].

Para implementar este sistema, a la vivienda, se entiende que se necesita agregar un costo adicional a la construcción de la vivienda social. Se consultó a la empresa S-Save, el costo de la instalación completa de un sistema termo solar, para una familia de 4 personas la cual el panel ocupa una superficie de 3 a 5m². El presupuesto que la empresa presento asciende a los \$1.630.600 (63,60UF).

6.4 Paneles fotovoltaicos

El consumo de energía eléctrica, es en promedio 165kWh al mes, ya que la empresa distribuidora cobra \$108 el kWh por ende, se paga \$17.820 en electricidad. Para la vivienda sustentable, incorporara paneles solares fotovoltaicos conectado a la red, así se inyectara, de haber energía sobrante al sistema.

La vivienda incorporara 4 paneles solares de 300W cada uno, de medidas 1,64x0,93m (1,53m²). Se toma 5 horas de luz solar efectiva al día, por ende, los paneles al día entregaran a la vivienda 6kWh (ver anexo) por ende, aportara 180kWh al mes.

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica pagan los excedentes de energía que entrega los sistemas fotovoltaicos al sistema eléctrico al 50% de su valor de venta, por lo tanto, en la comuna de San Bernardo la empresa eléctrica pagara \$54 aproximadamente por kWh, esto se debe a las pérdidas de energía y la mantención del sistema eléctrico.

Tabla 6.3: Excedente aproximado de energía en la vivienda social sustentable

Energía mensual paneles solares	Aporte energía solar en dinero \$ al 50%	Energía promedio consumida mensual	Energía consumida en dinero \$108/kWh	Diferencia mensual a pagar \$
180kWh	9.720	160kWh	17.280	7.560

Fuente: elaboración propia

En resumen, con este sistema, las personas que vivan en estas viviendas, tendrán un ahorro mensual de \$10.000 (56%) aproximadamente. Lo que es un gran aporte para estas familias. En definitiva, tendrán un ahorro anual en electricidad de aproximadamente \$120.000 (4,68UF).

Este sistema tiene un costo de instalación el cual se debe considerar. Se consultó a la empresa S-Save, para satisfacer una demanda de 165kWh mensuales. El cual incorpora materiales, instalación y gestión. La suma de \$2.465.680 (96,21UF).

6.5 Aislación térmica

6.5.1 Muros

Para mejorar la temperatura del hogar y que ésta tienda a acercarse a la temperatura confort (se estima 20°C), se debe mejorar la aislación de la envolvente de la vivienda. La mejora en muros será la siguiente: se estudiará el aumento de espesor del

aislante en 2cm o 5cm (poliestireno expandido 15kg/m³). Con esto se comparará el ahorro energético respecto a la reglamentación actual.

Según el estudio hecho por la CCHC indica que, con el aumento de 2cm del aislante, por sobre la reglamentación, se genera un ahorro del 23%; mientras que con un aumento de 5cm, se genera un ahorro del 33%.

Con estos antecedentes se puede determinar el ahorro aproximado en las viviendas.

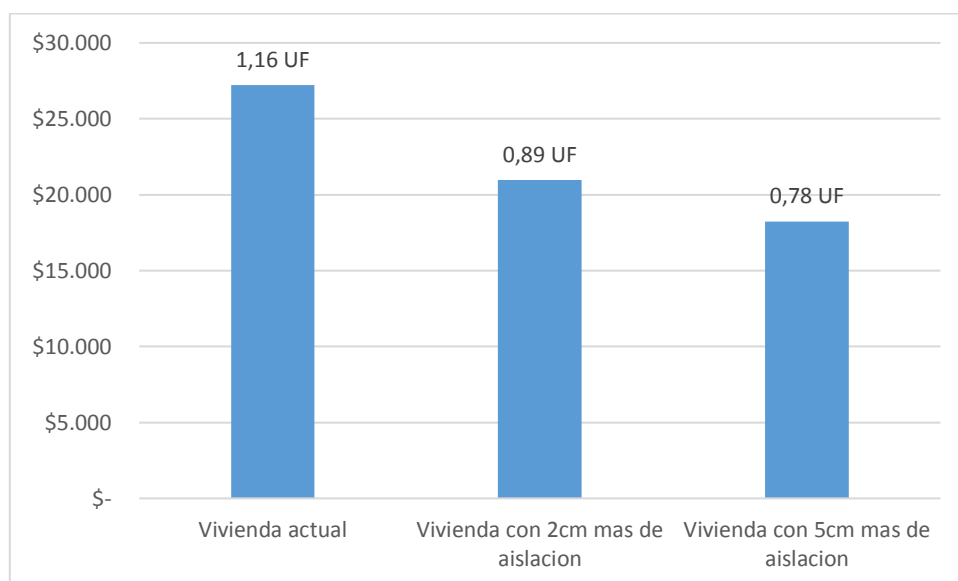


Figura 6.3: Consumo combustible según espesor del aislante [Elaboración propia].

En este caso, por tema de costo y aprovechamiento de espacio en el perímetro de la vivienda, se le agregara 2cm más de espesor a la vivienda social sustentable. Por ello se generará un ahorro de 0,27UF anuales por concepto de calefacción.

Las planchas de poliestireno expandido, se instalaran por medio del sistema EIFS³⁹, el cual tiene un costo de \$20.547m² (ver anexo). Si la vivienda de 2 pisos tendrá una altura aproximada de 4,4m y su perímetro es de 22,2m da una superficie de 99m², descontando la superficie de puertas y ventanas de 11,86m² queda en 87,14m². Por ello el costo adicional por aislación de los muros perimetrales queda en \$1.790.466 (69,86 UF).

Nota: cabe recordar que utilizando el sistema EIFS, a los 69,86UF se le debe descontar las terminaciones, de los muros exteriores, que se utiliza en el sistema tradicional de construcción de las viviendas sociales.

6.5.2 Aislación techumbre

Para generar un mayor confort en el hogar, en la temperatura ambiente de este mismo, se debe mejorar la aislación de la techumbre. Por ello, se compara la mejoras en calefacción aplicando a la aislación, de la techumbre, un aumento en su espesor (aislante) de 5cm por sobre la reglamentación.

Según el estudio de gasto de energía en el hogar hecho por la CCHC, indica que, si se aumenta en 5cm el espesor del aislante por sobre la reglamentación el ahorro en calefacción es de 4% en promedio. Generando un ahorro anual de 0,05 UF.

³⁹ **EIFS:** Es una solución de revestimiento exterior para muros, que incorpora aislación térmica, por constituirse generalmente, de placas de poliestireno expandido de alta densidad, otorgando una excelente barrera entre el clima exterior y el interior de la edificación, cortando el puente térmico desde el exterior de la envolvente.

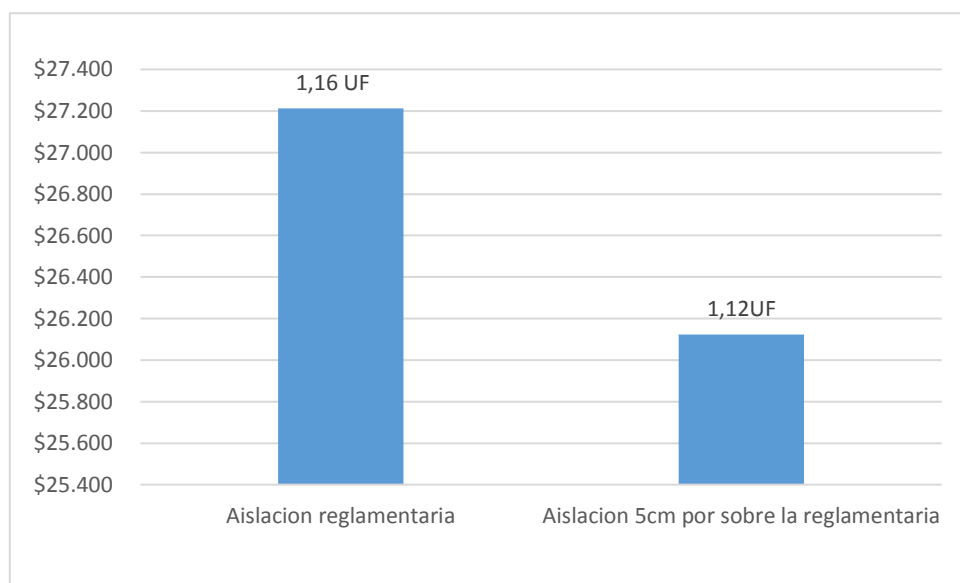


Figura 6.4: Consumo combustible según espesor del aislante techumbre [Elaboración propia].

La inversión de esta implementación es la siguiente; el tipo de aislante será lana mineral de 14kg/m^3 , con el sistema tradicional de instalación. El costo por m^2 del aislante es de \$7.367 (ver anexo) y la superficie de la vivienda es de $30,73\text{m}^2$ dando un costo de \$225.435 (8,8UF).

En la siguiente tabla se muestra el resumen de todas las incorporaciones, de ahorro energético, que tendrá la vivienda. Donde dice su costo adicional, en la vivienda, versus el ahorro anual que generara dicha incorporación.

Tabla 6.4: Cuadro Resumen

Ítem	Costo adicional de incorporación		Ahorro energético anual	
Ventanas	UF	38	UF	0,23
Panel Termosolar	UF	63,62	UF	6,84
Paneles Fotovoltaicos	UF	96,21	UF	4,68
Aislación envolvente	UF	78,66	UF	0,32
Total	UF	276,49	UF	12,07

Fuente: elaboración propia

7.1 Conclusión y resultados

La eficiencia energética, un tema que poco a poco ira tomando fuerza, en nuestro país. En Europa Alemania ya ha tomado conciencia de este tema y ha implementado bastantes recursos, es sistemas de ahorro de energía.

El estado ha implementado medidas, para mejorar la calidad de vida y disminuir el déficit habitacional. Mejorando la calidad de las viviendas, se garantiza una mayor vida útil de estas mismas.

Cabe mencionar que, para este tipo de vivienda, es importante la orientación que tenga ésta, ya que los recintos de mayor uso (living-comedor, dormitorios), deben estar orientados en la dirección Norte, para así aprovechar la luz natural, al igual que los artefactos tanto el Termosolar como los paneles Fotovoltaicos, para su eficiente funcionamiento, el primero necesita la radiación térmica producida por el sol y el segundo necesita los fotones que emite la luz solar, por ende es importante que estos artefactos, igualmente, estén orientados hacia el norte.

Como se ve en la tabla 6.4, el ahorro en aislación térmica, tanto en techumbre como en muros y ventanas no es un valor significativo para las personas que habitarán la vivienda. Ya que, el ahorro anual en combustible sería de 0,55UF. En el caso de las ventanas, su incorporación es más que nada, para proteger de la radiación solar, en las épocas de verano. Ya que, según el diseño, habrá una mayor superficie de ventanas en el lado norte de la vivienda. Es por ello, que si el estado quiere disminuir, de alguna forma, el costo adicional en la construcción, de una vivienda de este tipo, se podría dejar pasar la incorporación del aumento de la aislación térmica. Cabe destacar que la actualidad, Chile cuenta con una buena reglamentación térmica que se encuentra en el artículo N° 4.1.10 de la Ordenanza General De Urbanismo Y Construcción (O.G.U.C.).

Como se muestra en Capítulo 5, la idea es implementar estas medidas, en las nuevas viviendas sociales y otorgar subsidios para las existentes. El país debe proyectarse a un Chile de eficiencia energética, ya que, las energías no renovables se terminarán en algunos años más.

Como se dijo anteriormente, el estado gasta bastante dinero en la entrega de subsidios, en sus distintas categorías, en este caso, para las viviendas sociales se ocupa el DS-49, el cual el subsidio base es de \$7.888.000 (307,78UF) el cual va aumentado, a medida que se cumpla con los incentivos que entrega el estado.

Tabla 7.1: Subsidios complementarios

Subsidios complementarios	Montos máximos
Localización (zonas urbanas)	200UF
Factibilización (zonas rurales)	120UF
Densificación en altura	110UF
Discapacidad (obras especiales en la vivienda)	20 U 80UF
Superficie adicional (viviendas construidas sobre 37,5m2)	50UF
Premio al ahorro adicional	30UF

Fuente: MINVU

La vivienda social sustentable que se desarrolló en esta memoria, cumple con 3 aspectos de estos subsidios complementarios, En los cuales se encuentra localización (200UF), densidad en altura (110UF) y superficie adicional (50UF), por ende, el estado pagaría, con un subsidio la compra de esta vivienda, por un monto de 667,78UF (\$17.114.534).

Según el estudio económico que se desarrolló en el Capítulo 6, indica que esta vivienda, en estudio, tendría un costo adicional de \$7.086.083 (276,49UF). Según la reglamentación chilena (ley general de urbanismo y construcción), una vivienda, para tener el carácter de vivienda social, su valor no debe superar las 400 UF. Por ende, la vivienda social tendría un aumento de 69% a un 73% (276,49 UF + 400 UF), lo que implica

en una de estas viviendas tendría un valor de 679,49 UF aprox. Como se menciona anteriormente el estado, por la característica de la vivienda en estudio, daría un subsidio de 667,78 UF. La vivienda en estudio tiene un costo aproximado de 679,49 UF, faltando 11,71 UF las cuales, pueden ser pagadas con un ahorro mínimo, que se le puede dictar a los postulantes de este subsidio. Por ejemplo, proponer como requisito para postular al subsidio un ahorro mínimo de 15 UF.

Por otro lado, está el potencial ahorro que generaría implementar estas medidas, para las familias que vivan en estas viviendas. Por lo visto en el Capítulo anterior, al implementar estas medidas, las familias tendrán un ahorro anual de \$309.342 (12,07UF). Tal vez esta cifra no se vea como gran cosa, pero es un gran alivio, para las personas de escasos recursos. Explicarle a una familia, en donde el jefe de hogar su ingreso es el sueldo mínimo, que se ahorraría 12,07UF anuales, para esa familia será una gran ayuda.

Destacar que no solo se quiere implementar estas medidas, para generarle un ahorro a los futuros dueños de estas viviendas, sino que, es ayudar a la disminución de CO₂ y prolongar un poco más la fuente de las energías no renovables. Ya se ven las consecuencias del calentamiento global en el planeta, es cosa de ver lo irregular que está nuestro clima.

El estado chileno tiene en marcha planes para aumentar la utilización de las energías renovables y todo ello requiere una inversión, es por ello que el costo adicional, de estas viviendas, no debería ser un obstáculo, ya que, Chile pretende ser un país desarrollado, por ende, debe ir por ese camino, por el camino de la eficiencia energética.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACESOL (2013), Guía para usuarios NET BILLING
<http://www.acesol.cl/index.php/fotovoltaica-distribuida/gu%C3%ADa-para-usuarios-del-net-billing.html>
2. BRITISH PETROLEUM (2013), Informe BP
3. CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN (2010), Estudio De Usos Finales Y Curva De Oferta De La Conservación De La Energía En El Sector Residencial.
4. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2009), Demanda Energética Nacional A Largo Plazo.
5. CLAUDIA CHAMORRO (2013), Política habitacional en Chile: Historia, resultados y desafíos.
6. DIARIO EL MERCURIO (2014), Chile, Dependencia Energética Y Desafíos Para Mejorar La Eficiencia.
7. EDIFICIO VERDE (2013), Innovación En Diseño Y Construcción Sustentable,
<http://www.edificioverde.com/>
8. INE (2012), Distribución Y Consumo Energético En Chile
9. INE (2014), Informe Medio Ambiente

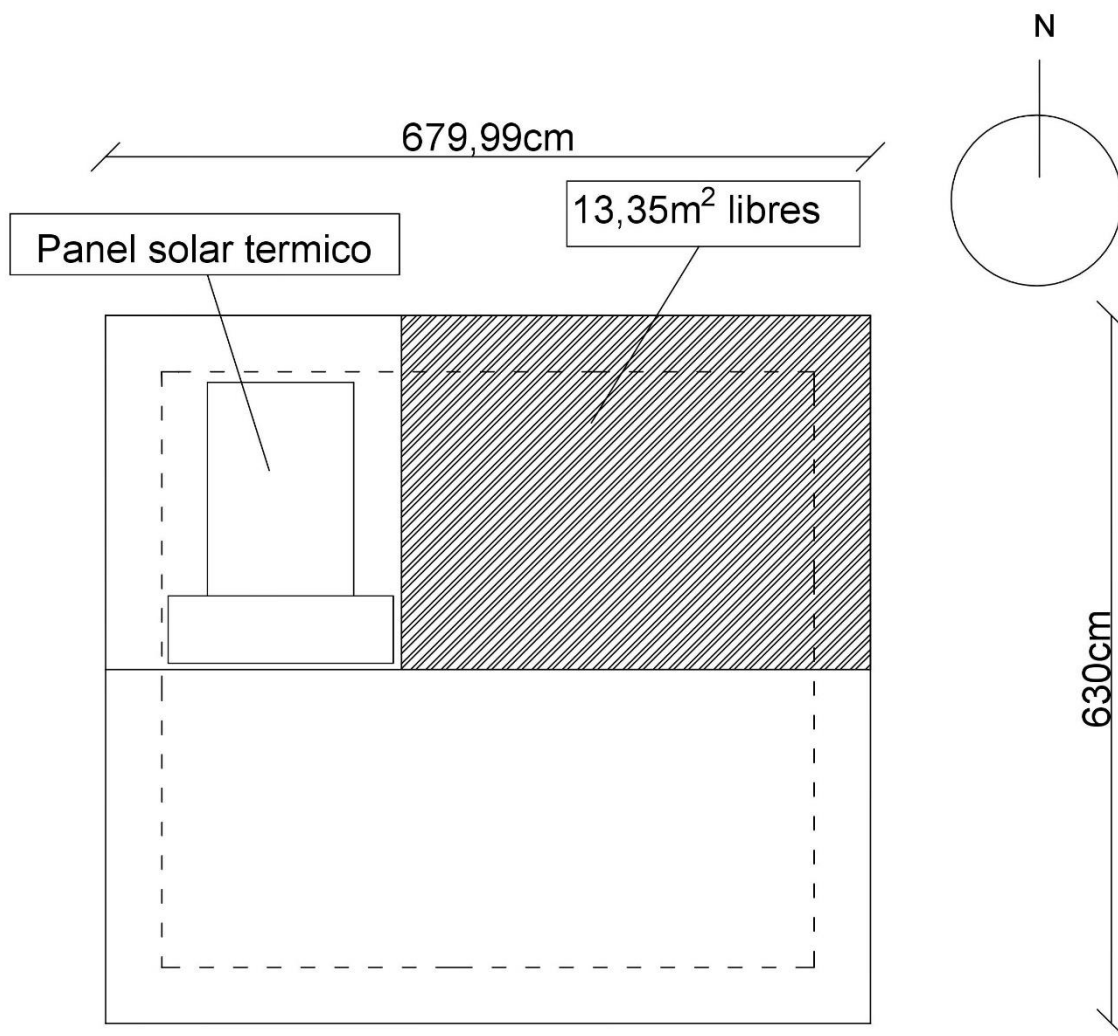
10. MINISTERIO DEL DESARROLLO SOCIAL (2014), Informe política social.
11. MINVU (2011), Itemizado Técnico De Construcción Para Proyectos Del Programa Fondo Solidario De Elección De Vivienda, D.S. N°49.
12. MINVU (2013), Calificación Energética Se Viviendas.
13. MINVU [s.a.], División De Política Habitacional.
14. MINVU [s.a.], Manual Sistema Solares Térmicos.
15. OBSERVATORIO DE CIUDADES UC (2009), Formulación Sello De Eficiencia Hídrica.
16. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2007-2008,) Desarrollo Humano, La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido.
17. RAÚL GONZALES G (2003), Sistemas Fotovoltaicos Conectados A La Red.
18. SUPER GLASS (2004), Doble vidriado hermético.

<http://www.superglass.com.ar/index.php/es/productos/doble-vidriado-hermetico-dvh>

ANEXOS

Anexo 1: Calculo sistema fotovoltaico

El consumo de energía eléctrica, en una vivienda social es aproximadamente 165kWh al mes. Por ende se calculara los paneles fotovoltaicos en base a esto. Se debe considerar el espacio que queda en la techumbre de la vivienda.



Vista en planta de la vivienda social mejorada, donde se ve sus 2 aguas y su superficie libre

La fórmula para el cálculo de paneles solares es la siguiente:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde:

E = Consumo energético real [Wh]

E_T = Consumo energético teórico diario [Wh]

R = Parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica, en donde se establece las pérdidas que pudiese tener el sistema, para este caso será un 10%

$$E = \frac{5.500 \text{ Wh}}{0,9} = 6100 \text{ Wh}$$

Para conocer los paneles solares necesarios para la instalación. Se debe conocer, a partir de valores estadísticos históricos de la zona, el valor de irradiación solar diaria media en superficie inclinada H (kWh/m²·día) del lugar. Para ello se hará uso de base de datos de irradiación entregada por la norma técnica aplicada a la ley 20.365.

Los resultados mensuales medios se recogen en la siguiente tabla, donde se ha considerado que los paneles se disponen en orientación Norte con una inclinación de 40°.

ANEXO III - Radiación Solar Global Sobre Superficie Horizontal [kWh/m²] - Media Mensual y Media Anual

Id	Comuna	Media Mensual (R _{Gm})												Media Anual (R _{Ga})
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
274	Rio Negro	183,59	157,10	116,64	75,94	46,93	33,63	40,57	62,50	90,23	124,13	148,55	178,64	1258,46
275	Rio Verde	145,02	100,54	82,18	42,79	22,53	12,25	15,85	27,06	63,84	95,33	140,11	152,02	899,54
276	Romeral	239,32	201,88	166,18	111,56	76,33	48,80	60,99	77,92	109,37	146,16	185,30	223,31	1647,13
277	Saavedra	196,66	163,28	138,25	87,41	54,41	40,84	46,56	71,41	100,97	140,38	166,38	192,78	1399,31
278	Sagrada Familia	216,41	175,32	150,36	95,16	56,28	38,10	51,19	74,14	108,21	152,29	189,34	211,34	1518,14
279	Salamanca	257,41	219,17	179,97	134,97	103,20	70,88	85,74	104,23	137,29	185,62	223,47	271,74	1973,69
280	San Antonio	197,62	153,62	135,72	89,36	61,46	48,00	57,45	80,01	109,46	148,36	178,72	198,17	1457,95
281	San Bernardo	245,18	195,42	170,01	110,74	75,57	57,01	69,57	92,50	126,74	179,94	221,02	248,34	1792,04
282	San Carlos	219,74	171,77	148,86	97,25	57,25	44,25	50,55	75,25	111,79	160,24	190,59	212,01	1539,54
283	San Clemente	232,48	195,67	163,53	108,33	72,40	46,01	57,32	76,04	106,10	142,64	175,77	218,20	1594,47
284	San Esteban	240,19	205,18	170,54	124,29	94,60	64,95	79,74	98,25	128,29	167,67	202,89	243,38	1819,98
285	San Fabián	241,13	201,70	166,04	109,56	71,42	48,49	54,84	75,26	105,94	159,02	195,52	230,63	1659,54
286	San Felipe	258,33	207,12	180,48	120,46	84,98	64,55	78,59	104,19	140,10	193,61	234,45	262,61	1929,47

Tabla radiación solar

Los valores numéricos de la irradiación (H) y horas de pico solar (HPS) son iguales. Se debe dividir H en 30 (días de un mes).

Los paneles solares producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a sólo las horas de pico solar operando a su máxima potencia.

La media anual en la comuna de San Bernardo es de 1792,04kWh/m², se divide en 12 por los meses de un año quedando expresado en 149,34kWh/m², dividirlo en 30 para pasarlo a HPS quedando en 4,98 hrs.

La fórmula para calcular el número de paneles solares es la siguiente:

$$NP = \frac{E}{0,9 * W_p * HPS}$$

NP = Numero de paneles

E = Consumo energético real [Wh]

W_p = Potencia del panel solar [W]

HPS = Horas pico solar [H]

Se tomaran paneles de 300W quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$NP = \frac{6.100Wh}{0,9 * 300W * 4,98H} = 4,5 \approx 4 \text{ paneles}$$

Se opta por 4 p neles, ya que, en épocas de verano los paneles alcanzaran su máximo nivel. Además de disminuir las cargas en la techumbre.

Anexo 2: Presupuesto aislación térmica

�tem	Descripción	un	cantidad	PU	Total
1	Aislación muros				
1.1	Poliestireno Expandido(15kg/m3) sistema EIFS	m2	1,2	\$ 10.918	\$ 13.102
1.2	Mano de obra	m2	1	\$ 7.445	\$ 7.445
					\$ 20.547

�tem	Descripción	un	cantidad	PU	Total
1	Aislación techumbre				
1.1	planchas de Lana mineral de 14kg/m3 en rollo	m2	1,1	\$ 4.290	\$ 4.719
1.2	Mano de obra	m2	1	\$ 2.648	\$ 2.648
					\$ 7.367

Tabla 2

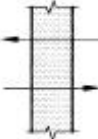


Resistencias térmicas de superficie en $m^2 \cdot K/W$						
Posición del elemento y sentido del flujo de calor	Situación del elemento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	R_{se}	R_{se}	$R_{se} + R_{se}$	R_{se}	R_{se}	$R_{se} + R_{se}$
<p>Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor de 60° respecto a la horizontal</p> 	0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
<p>Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal</p> 	0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
<p>Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal</p> 	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34
<p>NOTAS</p> <ol style="list-style-type: none"> Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de la norma NCh851. Los valores de esta tabla corresponden a velocidades del viento en el exterior inferiores a 10 km/h. Para velocidades superiores se debe considerar $R_{se} = 0$. Bajo condiciones de pérdidas térmicas por parte del local (invierno), en general, el flujo de calor es ascendente a través de techumbres y descendente a través de los pisos. Bajo condiciones de ganancias térmicas por parte del local (verano), en general, el flujo de calor es ascendente a través de los pisos y descendente a través de las techumbres. 						

Tabla 6 - Conductividad térmica de materiales

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Fibro-cemento	920	0,22
	1 000	0,23
	1 135	0,23
Fundición y acero	7 850	58
Grava rodada o de machaqueo	1 700	0,81
Hormigón armado (normal)	2 400	1,63
Hormigón con áridos ligeros	1 000	0,33
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
Hormigón en masa con arcilla expandida	1 500	0,55
Hormigón con cenizas	1 000	0,41
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0,17
	800	0,22
	1 000	0,30
Hormigón normal, con áridos silíceos	600	0,34
	800	0,49
	1 000	0,67
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0,26

(Continúa)

Tabla 6 - Conductividad térmica de materiales

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0,12
	400 - 500	0,14
	500 - 600	0,16
Hormigón liviano a base de cascarilla de arroz	570	0,128
	780	0,186
	850	0,209
	1 200	0,326
Hormigón liviano a base de poliestireno expandido	260	0,088
	320	0,105
	430	0,134
	640	0,214
	840	0,269
	1 100	0,387
Ladrillo macizo hecho a máquina	1 000	0,46
	1 200	0,52
	1 400	0,60
	1 800	0,79
	2 000	1,0
Ladrillo hecho a mano	-	0,5
Láminas bituminosas	1 100	0,19
Lana de amianto	100	0,061
	200	0,063
	400	0,12
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
	50	0,041
	70	0,038
	90	0,037
	110	0,040
	120	0,042

(Continúa)

Tabla 6 - Conductividad térmica de materiales

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Lana mineral granulada	20	0,069
	30	0,060
	40	0,055
	60	0,048
	80	0,044
	100	0,041
	120	0,042
	140	0,042
Líndeo	1 200	0,19
Maderas		
- álamo	380	0,091
- alerce	560	0,134
- colgüe	670	0,145
- lingue	640	0,136
- pino Insigne	410	0,104
- raulí	580	0,121
- roble	800	0,157
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0,095
	420	0,094
	460	0,098
	560	0,102
	600	0,103
	620	0,105
	650	0,106
Maderas, tableros de fibra	850	0,23
	930	0,26
	1 030	0,28
Mármol	2 500 - 2 850	2,0 - 3,5
Moquetas, alfombras	1 000	0,05
Morteros de cal y bastardos	1 600	0,87

(Continúa)

Tabla 6 - Conductividad térmica de materiales

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m - K)
Mortero de cemento	2 000	1,40
Papel	1 000	0,13
Perlita expandida	90	0,050
Plancha de corcho	100	0,040
	200	0,047
	300	0,058
	400	0,066
	500	0,074
Plomo	11 300	35
Poliestireno expandido	10	0,0430
	15	0,0413
	20	0,0384
	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
	30	0,0262
	40	0,0250
	45	0,0245
	60	0,0254
	70	0,0274
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	200	0,08
	400	0,12
	600	0,16
	800	0,21
	1 000	0,27
	1 200	0,34
	1 400	0,40
Rocas compactadas	2 500 - 3 000	3,50
Rocas porosas	1 700 - 2 500	2,33
Vermiculita en partículas	99	0,047
Vermiculita expandida	100	0,070

(Continúa)

Tabla 6 - Conductividad térmica de materiales

(Conclusión)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Vidrio plano	2 500	1,2
Yeso-cartón	650	0,24
	700	0,26
	870	0,31

NOTAS

- 1) Los valores de conductividad térmica están dados para una temperatura media de 20°C. Cabe hacer notar que la conductividad térmica de los materiales varía con la temperatura (NCh850).
- 2) Los materiales sólidos se midieron en estado seco según lo estipula la NCh850. El valor de la conductividad térmica varía con el contenido de humedad del material.
- 3) Los materiales que se utilizan en espesores inferiores a 3 mm ofrecen tan pequeña resistencia térmica que ésta no debe considerarse en los cálculos prácticos. Tal es el caso de papeles, folios y láminas delgadas.
- 4) No obstante lo anterior, ellos pueden contribuir a aumentar la resistencia térmica de las cámaras de aire confinadas por ellos, al actuar por reflexión, si la cara del material que mira a dicha cámara es la brillante (lámina de aluminio $\varepsilon = 0,1$, fierro galvanizado brillante $\varepsilon = 0,25$). En tal caso se calculan las resistencias con ayuda del ábaco de la figura 1 (subpárrafo 5.3.2.1) o del anexo B.

Anexo 4: Especificaciones técnicas programa viviendas sociales región Metropolitana

En este ítem se enumeran las Especificaciones Técnicas para la vivienda social, documento que otorga el MINVU.

1. Materiales básicos de la vivienda

Los materiales que a continuación se indican son los mínimos, exigidos por SERVIU Región Metropolitana, los que deberán ser de primera calidad.

Para otros materiales que consulte en su oferta el Contratista y no estén contenidos en las presentes especificaciones técnicas, además de contar con la certificación de calidad respectiva, deberán ser previamente consultados y aceptados por este SERVIU, con anterioridad a la fecha de apertura de la propuesta y presentando como anexo de las especificaciones Técnicas.

Materiales obra gruesa

Cimientos

Excavación

Incluir en proyecto de estructura: metodología de excavación (mecánica o manual), profundidad máxima de excavación y tolerancias de regularidad de corte horizontales y verticales.

Emplantillado

Emplantillado⁴⁰ de hormigón pobre de dosificación 127,5kg de cemento por metro cubico. Altura mínima 5cm.

Hormigón

Hormigón resistencia mínima R28 mayor a 100kg/cm^2 en compresión con un máximo del 20% bolón desplazador. Tamaño máximo de bolón desplazador de 1/3 del ancho de la fundación; dejar pasadas para instalaciones de agua potable, alcantarillado y otras que incluya el proyecto; la preparación del hormigón considerará revoltura mecánica; se compactara con vibradores mecánicos; las consideraciones constructivas deben definir: altura de vaciado del hormigón, juntas de construcción o dilatación permitidas, método para desarrollo de pasadas de instalaciones, control de fraguado, etc.

Sobrecimientos

Hormigón

Resistencia mínima hormigón simple $R28 \geq 150\text{kg/cm}^2$; resistencia mínima hormigón armado $R28 \geq 200\text{kg/cm}^2$; la preparación del hormigón considerará revoltura mecánica de la mezcla; compactación con vibrador mecánico; impermeabilidad a la humedad. (Hidrófugo incorporado); sección mínima de 0,14m de ancho y no menor que el espesor del muro que soporta por 0,20m de alto; el ancho no puede ser inferior al del muro o pilar que soporta.

Enfierradura

Cuando la altura del sobrecimiento sea mayor a tres veces su ancho o cuando el estudio de mecánica de suelos así lo indique, será obligatorio considerar armaduras

⁴⁰ **Emplantillado:** El emplantillado es un hormigón de baja dosis de cemento y que sirve para nivelar y separar el terreno natural del hormigón de fundaciones o vigas de fundación

según cálculo. En aquellas viviendas donde la fatiga imponible sea inferior a 2kg/cm^2 , la cuantía mínima será de $2,8\text{cm}^2$ cuando se trate de viviendas de 1 piso y de 5cm^2 cuando se ejecute y/o proyecte ampliación en segundo piso; en aquellos elementos en que por motivos de cálculo y respetando las normas oficiales de diseño estructural vigentes en el país, presenten enfierraduras de menor cuantía a las aquí indicadas, el calculista en la memoria de cálculo, deberá justificar detalladamente las hipótesis de diseño que respalde dichas disminuciones, lo que será evaluado por el SERVIU respectivo.

Radier

Aislaciones y barreras

Base terreno natural compactado con placa o con rodillo compactador manual; cama de ripio de 0,08m. de tamaño máximo nominal de 2.5cm; aditivo impermeabilizante si la dosis de cemento es menor a 250kgxcem./m^3 .

Hormigón

Resistencia mínima de hormigón $R28 \geq 150\text{kg/cm}^2$, espesor mínimo de 0,07m de hormigón. Tamaño máximo de la grava: 2,5cm; las consideraciones constructivas deben definir: altura de vaciado del hormigón, juntas de construcción o dilatación permitidas, método para desarrollo de pasadas de instalaciones, control de fraguado, etc.

Muros de albañilería armada o confinada

General

Tipo y dimensión de elemento de albañilería a utilizar (ladrillo o bloque de hormigón); los morteros deberán confeccionarse por medios mecánicos, por el tiempo necesario para completar al menos 100 revoluciones; Para el caso de uniones entre viviendas existentes y ampliaciones, se deberá detallar constructivamente la unión o junta de dilatación entre elementos, las que deberán indicarse en EETT y planimetría; se deberá indicar en EETT las dimensiones de cantería y su tolerancia; los desaplomes

de los muros no deben superar $2/1000$ de su altura; los muros de albañilería que conformen los baños y el paño del muros de respaldo de lavaplatos deberán estucarse al interior del recinto. El muro de respaldo de lavadero deberá estucarse con dimensiones mínimas de altura equivalente a altura de lavadero más 60 cm. y un sobre ancho equivalente a 30cm. a cada lado del artefacto. En ambos casos el estuco deberá incorporar hidrófugo, (a menos que se consulte una terminación impermeabilizante).

Estucos

Estucos exteriores con una dosificación mínima de 1: 3 en volumen, se terminará a grano perdido; estucos interiores con una dosificación mínima de 1: 4 en volumen, se terminará a grano perdido; el espesor mínimo del estuco será 20mm y el máximo 25mm; adición máxima de 15% de cal hidráulica o aérea, respecto al peso del cemento.

Muros y elementos estructurales de hormigón armado

Elementos de hormigón armado

Dosificaciones y resistencias establecidas por cálculo, pero en ningún caso menor a $R_{28} \geq 200\text{kg/cm}^2$; se deberán definir cuantías⁴¹ para todos los elementos, no obstante, las enfierraduras de los pilares deberán tener las cuantías mínimas siguientes: 4,5 y 6,8cm² para pilares aislados para viviendas 1 y 2 pisos respectivamente y 3,2 y 4.5cm² de acero, para pilares no aislados en viviendas de 1 y 2 pisos respectivamente. Por otra parte los estribos se colocarán a una distancia no superior a 20 cm confeccionados con barras de 6mm. Así mismo, las enfierraduras de cadenas y dinteles deberán tener las cuantías mínimas siguientes: cadenas a nivel de techumbre 3,2cm², cadenas a nivel de suelo del piso superior 4,5cm². Cuando la ampliación se encuentre proyectada en

⁴¹ **Cuantía acero:** Cantidad de acero por cada cm² de la sección transversal de un elemento (pilar, viga, muro, etc.).

segundo piso las enfierraduras deben contemplar dicha condición de tal forma de considerar la armadura que corresponda para soportar dicha ampliación; los desaplomes de los muros no deben superar el 2/1000 de la altura; los muros exteriores deberán ir estucados por el exterior, con un espesor mínimo de 20mm y mortero con impermeabilizante incorporado o consultar un tratamiento impermeabilizante garantizado por 5 años. El impermeabilizante deberá ser permeable al paso de vapor.

Muros Estructurales de entramado de madera o perfiles metálicos

Madera

Solo se aceptará maderas estructurales según las siguientes clasificaciones: Pino radiata o insigne grados G1 G2 C24 y C16. Otras especies deberán ser clasificadas de acuerdo a lo dispuesto en la NCh1970/1, NCh1970/2 y NCh1990, según corresponda; escuadrías mínimas nominal para entramados de madera de 2"x3", avalados por cálculo. Salvo reticulados especiales avalados por cálculo y aprobados por SERVIU.

Se deberán considerar riostras⁴² entre pies derechos cada 60cm. de distancia de la misma escuadría especificada para los pies derechos; las tabiquerías deben considerar forros por ambas caras. Para el caso de placas de yeso cartón, el espesor mínimo será 10mm y para el caso de placas de fibrocemento mínimo 6mm. Se debe considerar sello entre encuentros de distinta materialidad en los que se generen separaciones.

Las piezas de madera asentadas sobre hormigón llevarán una barrera a la humedad con retorno de 3cm por ambos costados de la solera; los tabiques estructurales deben considerar refuerzos en encuentros de las soleras superiores.

⁴² **Riostra:** Elemento constructivo que colocado oblicuamente permite asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de otros elementos de una estructura.

Acero

Los perfiles metálicos de acero galvanizado deben ser de espesor mínimo de 0.85mm u otro espesor en sistemas certificados por DITEC. Perfiles de acero común con espesor mínimo 2mm. Avalado por cálculo; sólo se podrá considerar el uso de perfiles tipo costanera o canal de altura 60mm para edificaciones de 1 piso, para 2 pisos se deberá considerar perfiles de altura 90mm o superior.

Distancia máxima entre pies derechos de 0,60m. Para distancias mayores deberá presentarse ensayo de impacto del panel, según norma; las tabiquerías deben considerar forros por ambas caras. Para el caso de placas de yeso cartón, el espesor mínimo será 10mm y para el caso de placas de fibrocemento mínimo 6mm. Se debe considerar sello entre encuentros de distinta materialidad en los que se generen separaciones; ara el caso de ampliaciones proyectadas, se deberá detallar constructivamente la unión o juntas de dilatación entre distintos hormigones, las que deberán señalarse en EETT y planimetría. Las uniones deben estar respaldadas por la memoria de cálculo.

Losas

Tradicional

Espesor mínimo de losas tradicionales: 11cm, otras soluciones deberán ser aprobadas por el SERVIU; el espesor será aquel que satisfaga condiciones de estabilidad, serviciabilidad, habitabilidad y seguridad, por lo que su definición deberá responder la condición más exigente que para el caso aplique.

Las consideraciones constructivas deben definir: altura de vaciado del hormigón, juntas de construcción o dilatación permitidas, método para desarrollo de pasadas de instalaciones, control de fraguado, etc.

Estructura de techumbre

Madera

Solo se aceptarán maderas estructurales según las siguientes clasificaciones: Pino radiata o insigne grados G1 G2 C24 y C16. Otras especies deberán ser clasificadas de acuerdo a lo dispuesto en la NCh1970/1, NCh1970/2 y NCh1990 según corresponda; costaneras de madera de sección mínima bruta de 2"x2" y tapa canes de 1" de espesor, otra solución de tapa canes deberá ser aprobada explícitamente por el SERVIU, respectivo; las piezas que se afiancen o queden en contacto con zonas de hormigón, deben considerar la colocación de una barrera contra la humedad.

Acero

Perfiles metálicos galvanizados de espesor mínimo de 0.85mm; la geometría de los perfiles del entramado horizontal será aquella que satisfaga condiciones de estabilidad, serviciabilidad, habitabilidad y seguridad que defina la normativa al efecto para cada una de estas condiciones, por lo que su definición deberá responder la condición más exigente que para el caso aplique; para perfiles no galvanizados se deberá considerar un espesor mínimo de 2mm con protección de pintura anticorrosiva con un mínimo de 2 manos de distinto color. En sectores costeros o ambientes agresivos la pintura anticorrosiva a aplicar será del tipo epóxica.

Terminaciones

Pavimentos interiores

Si la terminación es radier afinado, éste debe ejecutarse en fresco, monolíticamente y con endurecedor superficial (especificar producto); los pisos de baños y cocina deben considerar pavimento de terminación, detallando el producto específico a utilizar para asegurar su impermeabilidad y acabado antideslizante.

En el caso de entrepiso, se deberá especificar barrera impermeabilizante a utilizar en zonas húmedas con un retorno de 5cm tanto en bordes de muros como en las perforaciones de la losa para el paso de las descargas de artefactos; donde se considere placa de madera como base de pavimentos, se deberá colocar una barrera de humedad entre ésta y el pavimento de terminación, donde se considerará tratamiento de juntas entre las placas.

Muros exteriores

En las EETT se deberá indicar tratamiento de impermeabilización a utilizar y detalles de ejecución de la partida; para soluciones de placas, se deberá especificar el tratamiento a utilizar en las juntas, para sellar el revestimiento interior.

Techumbre

Cielos y aislación

Los materiales de cielo deben garantizar indeformabilidad, estabilidad dimensional ante la humedad y adecuada resistencia al impacto, en el caso de utilizar planchas de yeso cartón su espesor debe ser a lo menos de 10mm; todos los proyectos deben considerar cielo, para el caso de entretechos y entrepisos.

En caso de entretechos, se deberá considerar la ejecución de una gatera⁴³, con dimensiones mínimas de 60x60cm, para acceder al entretecho; no se aceptarán aislantes a granel o sueltos. Se debe asegurar continuidad de la superficie de aislación en su instalación, fijación y terminación del cielo de acuerdo a la solución de fuego adoptada, y con el fin de evitar puentes térmicos.

⁴³ **Gatera:** Agujero que se deja en las vertientes de los tejados para la ventilación de los mismos.

Instalaciones

Solución de agua caliente

Calefón a gas y red asociada

Se deberá ejecutar la red completa de gas domiciliario, incluyendo la red y artefacto calefón, la conexión del artefacto de cocina, además de las instalaciones asociadas al proyecto (nichos, ventilaciones, etc.); se exigirá sello verde⁴⁴; artefacto Calefón debe estar certificado por la SEC y de acuerdo a tipo de gas, licuado o natural. Su capacidad mínima debe ser de 7lt. En caso de ir al exterior, debe consultar gabinete metálico de protección. Su ubicación e instalación de acuerdo a reglamentación SEC DS.66/2007. Los ductos para evaluación de gases de acuerdo a lo exigido por el D.S. 66/2007.

Sistemas Solares Térmicos (SST)

Se deberá contar con sistema de aporte auxiliar (SAA); requisitos de acuerdo a Itemizado técnico para la instalación de Sistemas Solares Térmicos en viviendas del FSEV Res. Ex. N 6591 (V y U), de 2011 o el documento que la reemplace.

Termo eléctrico

Sólo se aceptará su instalación para proyectos con solución particular de agua potable; artefacto certificado SEC; termo de capacidad mínima de 160Lt. SERVIU deberá evaluar la razón costo, capacidad, potencia y tiempo para alcanzar la temperatura de consumo, teniendo la facultad de rechazar la solución si la considera inadecuada.

⁴⁴ **Sello verde:** Indica que su instalación interior se encuentra bajo la norma del decreto supremo N° 66 (en edificios nuevos desde Julio del 2007) o El decreto Supremo N°222 (Para edificios antes de Julio del 2007).